

Олег Фиговский

НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И НАУКА В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ



При поддержке ВОИР
и Международного салона
изобретений и новых
технологий "Новое время"



ВСЕРОССИЙСКОЕ
ОБЩЕСТВО
ИЗОБРЕТАТЕЛЕЙ И
РАЦИОНАЛИЗАТОРОВ



Севастополь 2023

Оглавление

Избранные патенты Академика Олега Фиговского	4
Нанотехнологии – эффективность и безопасность (обзор новых нанотехнологий).....	11
Покрyтия на основе жидких эбонитов	22
Золь-гель технологии – технологический прорыв	30
Когнитивные технологии: Искусственный Интеллект	38
Новая технология получения нано-порошков фторопластов.....	52
Снова об искусственном интеллекте.....	54
Медицина - 2022.....	64
Современные военные технологии (II квартал 2022).....	83
Глобальные военные технологии – 2023 год.....	101
Новое в энергетике и атомной промышленности за 2023 год.....	113
Интеллектуальный потенциал Финляндии.....	125
Наука и технологии Латинской Америки в 2022-2023 годах.....	135
Наука и технологии в арабском мире	146
Израиль – лидер научно-технического прогресса	160
Израиль лидирует по разработке искусственного интеллекта (ИИ).....	170
Особенности развития науки в США	207
Особенности современных успехов Китая в новых технологиях.....	231
Some new technologies and materials for 3D printing.....	249
Nonisocyanate polyurethanes: green solutions.....	272
Flame retardant coatings: a review of issues lowering down attraction of private venture investment.....	282
New inventions in Civil Engineering.....	303
Chinese inventions on the field of nonisocyanate polyurethane.....	317
Review of patents on fire-protection.....	322
laser Technologies.....	334

З жапямь д оядмсь Цйяг дл з йя Нкдвя У з вбрйвн

Изобретения академика Олега Фиговского, а их более 500 (сделанных ещё в СССР, а позднее в Израиле), например, такие как Бустилат, широко используются в многих странах мира.

Олег Фиговский избран в Европейскую академию наук, Российскую академию архитектуры и строительных наук и Российскую инженерную академию. Он является почетным профессором Воронежского и Пензенского государственного архитектурно-строительных университетов, Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева и почетным доктором Казанского государственного химико-технологического университета, председателем научного совета по техническим наукам зав. кафедрой ЮНЕСКО «Зеленая химия». Он награжден рядом наград, как, например, GoldenAngelPrize (IFIA), или Орден "Инженерная Слава(РИА), премией NASA (США) и госпремией СССР. Лауреат 2015 Presidential Green Chemistry Challenge Award (USA) и 2017 Albert Nelson Marquis Lifetime Achievement Award (USA). Олег Фиговский является президентом Ассоциации изобретателей Израиля и членом президиума Нанотехнологического общества России Олег Фиговский избран в Европейскую академию наук, Российскую академию архитектуры и строительных наук и Российскую инженерную академию. Он является почетным профессором Воронежского государственного технического университета, Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева, Пензенского государственного архитектурно-строительного университета и почетным доктором Казанского государственного химико-технологического университета, зав. кафедрой ЮНЕСКО «Зеленая химия». Он награжден рядом наград, как, например, GoldenAngelPrize (IFIA), или ордена "Инженерная Слава» и «Антуан де Сент-Экзюпери», премией NASA (США) и госпремией СССР. Лауреат 2015 Presidential Green Chemistry Challenge Award (USA) и 2017 Albert Nelson Marquis Lifetime Achievement Award (USA). Олег Фиговский является президентом Ассоциации изобретателей Израиля и членом президиума Нанотехнологического общества России, опубликовал множество монографий и научных статей (см. https://en.wikipedia.org/wiki/Oleg_Figovsky). Является почётным членом ВОИР. Об изобретениях Олега Фиговского, сделанных в СССР, можно прочитать в статье А. Штейбока в журнале «Химия, Физика и Механика Материалов», Воронеж, №1 (28),2021. Стр.126-135.

Аннотации некоторых изобретений Олег Фиговского за последние годы приводятся ниже.

US2018067023 (A1) - METHOD AND APPARATUS FOR MANUFACTURING MEMBRANES BY PROCESSING THIN-FILM MATERIALS WITH A FLOW OF ELECTRICALLY CHARGED SOLID PARTICLES

Proposed is a reliable and cost-effective universal material tester with reduced cross-talk between the sensors. The sensor unit consists of a pressure-sensor unit that measures a vertical force applied to the test probe during movement of the test probe relative to the test specimen and a horizontal force sensor unit for measuring the horizontally directed friction force. The horizontal force sensor unit is made in the form of a flexible parallelogram consisting of two sensor-holding plates interconnected through flexible beams, wherein one end of the first beam is attached to the upper

sensor-holding plate and the opposite end to the lower sensor-holding plate, while one end of the second beam is attached to the lower sensor-holding plate and the other to the upper one. The beams are installed with gaps relative to both plates. The tester has a quick-release test probe that incorporates a soft-touch feature.

US2017081274 (A1) - METHOD OF PRODUCING SOLUBLE SILICATES WITH ORGANIC CATIONS

Proposed is a method of producing soluble silicates with organic cations at a given silicate modulus in the range of 1.5 to 20. The method consists of the reacting liquid suspension of a silica sol with the aqueous solution of a strong organic base. The silicate modulus is a molar ratio of $\text{SiO}_2:\text{M}_2\text{O}$, wherein M is an organic alkali cation. The aqueous solution of a strong organic base has a constant of base dissociation pK_b equal to or greater than 4. If necessary, the soluble silicates with organic cations are obtained in a powdered form by evaporating the solution of the soluble silicates under vacuum below 4.2 kPa and at a temperature in the range of 20 to 30° C. and the product of evaporation are then dried by spraying.

JPH08284581 (A) - EXCAVATION METHOD

PROBLEM TO BE SOLVED: To improve the efficiency of excavation operation.
SOLUTION: The first segment 4 of a hole or a tunnel is excavated, and the section is formed so that the first segment walls assume a final shape and size corresponding to the external shape and size of the support walls. A leading support wall element 16 is inserted into the segment 4, the further segment 4 of the hole is excavated, and the segment is formed so that its walls assume a final shape and size corresponding to the external shape and size of the support walls. The first support wall element is moved into a further segment and the succeeding support wall element is introduced into the first segment, and necessary steps are repeated until constructing the entire hole.

US2016244550 (A1) - HYBRID EPOXY-AMINE HYDROXYURETHANE-GRAFTED POLYMER

Described is a linear hybrid epoxy-amine hydroxyurethane-grafted polymer with the following structure of the polymer backbone unit: where R' is a residue of a diglycidyl ether (epoxy resin); R1 is a residue of a di-primary amine; R2 and R3 are residues of monocyclic carbonate and are selected from the group consisting of H, alkyl C1-C2, and hydroxymethyl; and at least one of R2 and R3 is hydrogen. The described polymer may be used in manufacturing of liquid leather materials.

IL121081 (A) - LIGHT HOLLOW WALL ELEMENT AND METHOD OF ERECTING WALLS OF BUILDINGS WITH THE USE OF SUCH ELEMENTS

US9051447 (B1) - Polymer concrete composition

A polymer concrete composition, preferably for decorative and shock resistant building structures and goods includes a binder based of polyfunctional unsaturated compounds, namely acrylated/methacrylated vegetable oil, preferably acrylated/methacrylated soybean oil in an amount of not less than 60 part by weight and at least one acrylated/methacrylated monomer and/or oligomer in an amount of not more than 40 part by weight, and an aggregate blend. The polymer concrete composition based on acrylated/methacrylated vegetable oil has high wear and shock resistance with low shrinkage and can be used for prefabricated building decorative structures and particularly in civil engineering.

US2015024138 (A1) - METHOD FOR FORMING A SPRAYABLE NONISOCYANATE POLYMER FOAM COMPOSITION

Provided is a method for the spray application of a nonisocyanate polymer foam composition. The method comprises the steps of supplying dosed quantities of the components of the nonisocyanate polymer composition to the mixing chamber where the components react with each other and form a foamable nonisocyanate polymer composition, transferring the foamable nonisocyanate polymer composition to the intermediate chamber of a foam application apparatus and continuously moving the foamable nonisocyanate polymer composition through the intermediate chamber while constantly controlling the parameters of the foamable nonisocyanate polymer composition in the intermediate chamber for providing conditions most optimal for the spray application onto the substrate.

GB1274326 (A) - PLASTIC CONCRETE MIXES

Substrates such as wood, metal and stone may be coated with paints and varnish comprising (1) an organic resin, (2) a compatible plasticiser which is a mixture of an aromatic hydrocarbon extract from a petroleum residue with a component selected from petrolatum, ceresin, deasphaltizates and petroleum residue distillates, and (3) organic solvents. The resin may be a petroleum resin or coumarone/indene resin. In Example (7) wood, metal and stone are painted with compositions comprising petroleum resin, aromatic hydrocarbon extract, distillate from the vacuum distillation of oil tar, chalk, talc, zinc oxide, chromium oxide pigment, ethyl acetate, acetone and toluene.

US2014000182 (A1) - CONSTRUCTION ELEMENT FOR ERECTING STRUCTURE, AND METHOD OF ERECTING STRUCTURE WITH USE THEREOF

A construction element for erecting a structure has a first panel extending vertically to form a wall and a second panel extending horizontally to form a horizontal partition when they are arranged in an erected structure, the panels together form a three-dimensional configuration and are connected with one another so that in the erected structure they extend perpendicularly to one another and are turnable to include an angle there between to reduce a horizontal extension of the construction element for transportation purposes.

US2012168541 (A1) - METHOD AND APPARATUS FOR MANUFACTURING SUBMICRON POLYMER POWDER

A method and apparatus for manufacturing a submicron polymer powder from solid polymer bodies or coarse particles, preferably of polytetrafluoroethylene powder, wherein powder is ground into fibrous particles in the first stage and is disintegrated into submicron particles by aerodynamic treatment in the second stage, where a gas-particle mixture is subject to the effect of centrifugal forces and suction forces acting in the direction opposite to the centrifugal forces, a pulsating sign-alternating temperature field generated by a pulsed supply of liquid nitrogen, turbulent forces of vortexes, and aerodynamic forces that cause alternating compression and expansion of the gas-particle mixture.

CA2767784 (A1) - METHOD OF PRODUCING HYBRID POLYHYDROXYURETHANE NETWORK ON A BASE OF CARBONATED-EPOXIDIZED UNSATURATED FATTY ACID TRIGLYCERIDES

A method of obtaining hybrid polyhydroxyurethane compositions cross-linked at ambient temperatures. The method comprises: (a) reacting epoxidized unsaturated fatty acid triglycerides with carbon dioxide in the presence of a catalyst to obtain carbonated-epoxidized unsaturated fatty acid triglycerides, wherein conversion of

oxyrane groups to 2-oxo-1,3-dioxolane groups (cyclic carbonate groups) for said carbonated-epoxidized unsaturated fatty acid triglycerides ranges from 35% to 85%; (b) mixing and reacting the carbonated-epoxidized unsaturated fatty acid triglycerides with a compound having amine functionality comprising at least one primary amine group realized at stoichiometric or within nearly balanced stoichiometry; (c) mixing and reacting the product of step (b) with a compound having amine functionality comprising at least two primary amine groups realized at excess of an amine-functional compound; (d) subsequently mixing the product of step (c) with a compound having amino-reactive groups.

US2012063983 (A1) - Method for Synthesis of Boron Nitride Nanopowder

A reaction is carried in a gaseous phase between ammonia (NH₃) and boron trifluoride (BF₃) in a cooled reactor under atmospheric pressure. A boron trifluoride-ammonia complex (NH₃.BF₃) obtained in this reaction is thermally decomposed at a temperature in the range of 125 to 300° C into boron nitride and ammonium tetrafluoroborate in accordance with the following scheme: 125-300° C 4NH₃.BF₃→BN+3NH₄.BF₄ BN is then separated from the mixture of BN with 3NH₄.BF₄ by combining the mixture with deionized water, forming a suspension, and separating the suspended BN nanoparticles by centrifugation.

KR20010071470 (A) - HYBRID NONISOCYANATE POLYURETHANE NETWORK POLYMERS AND COMPOSITES FORMED THEREFROM

This invention relates to a hybrid nonisocyanate polyurethane network polymer formed by cross-linking at least one cyclocarbonate oligomer and at least one amine oligomer. The cyclocarbonate oligomer contains a plurality of terminal cyclocarbonate groups. At least one cyclocarbonate oligomer further comprises from about 4 % to about 12 % by weight of terminal epoxy groups. Because at least one cyclocarbonate oligomer contains both cyclocarbonate and epoxy reactive groups, the network formed therefrom is referred to as a hybrid nonisocyanate polyurethane network. The cyclocarbonate oligomer or oligomers have an average functionality towards primary amines of from about 2.0 to about 5.44. The amine oligomer comprises at least one primary amine-terminated oligomer terminated with primary amine groups and has an average functionality towards cyclocarbonate groups of from about 3.0 to about 3.8. The amine oligomer is present in an amount from about 0.93 to about 0.99 of the amount of the amine oligomer that would be required to achieve a stoichiometric ratio between the primary amine groups of the amine oligomer and the cyclocarbonate groups of the cyclocarbonate oligomer. The hybrid nonisocyanate polyurethane network polymer formed has a gel fraction of not less than about 0.96 by weight. This invention also relates to methods of making hybrid nonisocyanate polyurethane networks and their use as a composite matrix material.

US2011000411 (A1) - Biologically active multifunctional nanochips and method of application thereof for production of high-quality seed

Proposed is a biologically active nanochip for treating seeds of agricultural plants in order to improve seed germination conditions and development of plants and for protecting plants from anticipated and averaged adverse conditions. The biologically

active nanochip contains a solid porous carrier, such as mineral, clay, turf, or polymer, the pores of which are intended for accommodating nanoparticles of biologically active substances that penetrate the pores when the substances are applied onto the nanochip surface, e.g., by spraying. Alternatively, the biologically active substances can be retained on the surface of the carrier by adhesion. The composition of the biologically active nanochips is selected with reference to anticipated and averaged adverse conditions. Also proposed is a method for application of the biologically active substances onto the surfaces of the biologically active nanochips.

US2010319606 (A1) - CHEMICAL TAGGING INDICATORS AND METHOD TO LOCATE OVERHEATED SPOTS IN LIQUID-FILLED ELECTRICAL DEVICES

A method for identifying overheated spots in liquid-filled electrical devices, comprising the steps of: a) determining the locations of potentially overheatable spots in said device and mapping said locations; b) positioning a tag consisting of one or more chemical indicators on potentially overheatable spots in said devices, wherein when said tags are exposed to a given high temperature, they are depolymerized into thermal degradation products which are diffused into the liquid; c) identifying the thermal degradation products by analytical methods; and d) locating the overheated places according to the identified thermal degradation products and the map of locations of said tags; wherein the tags comprise polymers and copolymers, which are substantially absent from the liquid of the device at normal working conditions.

US2010249337 (A1) - Epoxi-amine composition modified with hydroxyalkyl urethane

Disclosed is a novel epoxy-amine composition modified a hydroxyalkyl urethane, which is obtained as a result of a reaction between a primary amine (C1) and a monocyclocarbonate (C2), wherein modifier (C) is represented by the following formula (1): wherein R1 is a residue of the primary amine, R2 and R3 are the same or different and are selected from the group consisting of H, alkyl, hydroxyalkyl, and n satisfies the following condition: $n \geq 2$. Diluents, pigments and additives can be used. Doping with the hydroxyalkyl-urethane modifier imparts to the cured composition superior coating performance characteristics, such as pot-life/drying, strength-stress, bonding, appearance, resistance to abrasion and solvents, etc., in a well-balanced state.

US2010234497 (A1) - Nanostructured hybrid oligomer composition

A nanostructured hybrid liquid oligomer composition including at least one epoxy-functional component (A), at least one cyclic carbonate component (B), at least one amine-functional component (C), and, optionally, at least one acrylate (methacrylate) functional component (D), wherein at least one epoxy, amine, or acrylate (methacrylate) component contains alkoxy silane units. The composition is highly curable at low temperatures (approximately 10 to 30° C.) with forming of nanostructure under the influence of atmospheric moisture and the forming of active, specific hydroxyl groups by reaction of cyclic carbonates with amine functionalities. According to the present invention, the cured composition has excellent strength-stress properties, adhesion to a variety of substrates, appearance, and resistance to weathering, abrasion, and solvents.

US2010233468 (A1) - Biodegradable nano-composition for application of protective coatings onto natural materials

The invention relates to a method for manufacturing a biodegradable composition containing nano-particles of cellulose for forming a protective coating on natural materials. It is an object of the invention to provide a composition for forming a protective coating layer on a biodegradable natural material that imparts to the material improved waterproofing and grease-resistant properties. It is another object to provide a composition for forming a protective coating on natural biodegradable materials that is based on the use of nano-cellulose particles and that protects these materials from swelling, warping, and mechanical damage during contact with water, other aqueous liquids, or grease.

US2010144929 (A1) - Liquid solventless synthetic-rubber-based composition

A synthetic-rubber-based composition that consists of a low-molecular-weight rubber selected from polybutadiene comprising about 75% to about 92% cis-1,4 units, sulfur, a vulcanization accelerator, and an active filler wherein the sulfur, accelerator, and active filler are each present in the form of powder having a particular particle-size range. Additionally, this composition may be used to form coatings and rubber concretes.

US6337036 (B1) - Conductive composition having self-extinguishing properties

A composition is disclosed for use as a conductive coating for applying to various substrates. The composition has a particulate conductive component and temperature resistant component. The temperature resistant component contains an organic-mineral compound. The molar ratio of the conductive component to the temperature resistant component is (15-45):1, and the temperature resistant component is an aqueous solution of quaternary ammonium silicate having a silicate modulus of at least 4 and containing organic radicals with at least four atoms of carbon.

US2003078336 (A1) - Coating composition

Water-based cross-linkable composition for preparation of protective or adhesive coating applicable to various substrates is disclosed. The composition comprises aqueous dispersion of chlorosulfonated polyethylene (CSPE), epoxydimethylhydantoin resin and aqueous solution of tris-[dimethylaminoalkyl]-phenol. The composition is environmentally friendly and yields coatings with properties, which are not worse than properties of CSPE-based coatings manufactured with using of toxic organic solvents.

US2004192803 (A1) - Preparation of oligomeric cyclocarbonates and their use in ionisocyanate or hybrid nonisocyanate polyurethanes

A method and apparatus for synthesis of oligomeric cyclocarbonates from epoxy compounds and carbon dioxide in the presence of a catalyst. Star epoxy compounds and their preparation and use in making star cyclocarbonates, star hydroxy urethane oligomers, and star NIPU and HNIPU. Acrylic epoxy compounds, acrylic cyclocarbonates, acrylic hydroxy urethane oligomers, and acrylic NIPU and HNIPU and their methods of preparation.

US6294265 (B1) - Hydrophobic biodegradable cellulose containing composite materials

Composite cellulose containing materials which are waterproof and biodegradable are produced which consist essentially of cellulose and hydrophobic polymer-based composition in the amount about 4 to 40 wt %. The polymer-based composition comprises first polymer, which is partially saponified polyvinyl acetate, second polymer, which functions as plasticizer for improving elasticity of the first polymer and cross-linking agent, which is capable to cross-link the first polymer. The polymer-based composition may additionally contain environmentally friendly hydrophobizators, fillers and pigments.

US2004176485 (A1) - FOAMABLE PHOTO-POLYMERIZED COMPOSITION

Acrylic composition for use in variety of indoor or outdoor sealing applications, where it is required to seal, to fill or to repair cracks, joints, gaps etc. in concrete, masonry, stone, wood or other constructional materials. The composition comprises acrylic based reactionable oligomers and it can be foamed and then polymerized while producing foam with structure suitable for sealing.

US6186200 (B1) - Composite wooden articles and a method of their manufacturing

A method of manufacturing tiles from waste wood uses round crosscut wood slices, a binder, and a filler. The slices, all generally of a thickness, are placed on the flat bottom of a die within side walls. Adhesive is applied to the slices and the die is filled with a mixture of the binder and the filler. The die contents are hot pressed to achieve the required tile thickness. The tile is ejected from the die and then maintained at room temperature for not more than 72 hours. The face side of the tile is ground and the dimensions of the tile are brought within the required tolerances.

EP1161487 (B1) - - Liquid ebonite mixtures and coatings and concretes formed therefrom

The present invention relates to a synthetic rubber-based composition comprising: a low molecular weight rubber selected from polybutadiene comprising from about 75% to about 92% cis-1,4 units, a copolymer comprising butadiene units and from about 27 wt % to about 45 wt % pentadiene units, and mixtures thereof, a high molecular weight rubber comprising isobutylene units and not more than about 6 wt % isoprene units, the high molecular weight rubber being present in an amount of from about 0.5 parts to about 4 parts by weight based on the weight of low molecular weight rubber, sulfur, a vulcanization accelerator, and an active filler where the sulfur, the accelerator, and the active filler are each present in the form of a powder within a particular particle size range(s). Additionally, these compositions may be used to form coatings and rubber concretes. The invention also relates to methods of producing such compositions, coatings and rubber concretes.

Автор: Д-р Нелли Бланк, вице-президент ИАИ.

МЯМСДФМКНВЗ - бу у дйсз бмнрсыз аджю Ярмнрсы (нажп мнбъ фМЯМСДФМКНВЗ и)

Высокая эффективность нанотехнологий одновременно заострила внимание и на их безопасности. В конце ноября в г. Казани состоится международная конференция по экологически безопасным промышленным нанотехнологиям. США являются мировым лидером в исследованиях, связанных с вопросами безопасности нанотехнологий. И если в 2005 г. федеральное финансирование этих исследований (EHS R&D) составляло 34.8 млн. \$, то запланированное на 2012 г. финансирование – 123.5 млн. \$ (бюджет на 2005-2011 гг. - 575 млн. \$).

К сожалению, в России практически не ведутся работы по созданию экологически безопасных нанотехнологий (Environment Friendly Nanotechnology), хотя первый шаг уже сделан – в Казанском государственном техническом университете им. А. Н. Туполева в рамках Института Нанотехнологий и Наноматериалов открыта такая лаборатория (научный руководитель – проф. Фиговский).

Нанотехнологии успешно служат охране окружающей среды, помогают улучшить экологию, повышают качество жизни.

Исследователи из США разработали оригинальный пористый материал, способный поглотить до 125% молекулярного йода по отношению к собственной массе, что позволит очищать окружающую среду от радиоактивного йода, а также предотвратить случайное попадание радиоактивного йода в окружающую среду, как, например, это произошло в начале этого года в результате аварии АЭС Фукусима. Новый материал представляет собой металлоорганическую каркасную структуру [metal-organic framework (MOF)], высокопористый материал со значительной площадью внутренней поверхности, идеальный для адсорбции больших объемов газа. Тина Ненофф (Tina Nenoff) с коллегами показала, что MOF, известный как цеолитная имидазолятная каркасная структура-8 [zeolitic imidazolate framework-8 (ZIF-8)], может использоваться для необратимого улавливания больших объемов йода. Ненофф продемонстрировала, что ZIF-8 может поглощать и удерживать до 125% йода от своей массы, что на порядок выше возможностей, применяющихся в настоящее время для адсорбции радиоактивного йода цеолитов. Выбор исследователей пал на ZIF-8, так как диаметр пор в этой металлоорганической каркасной структуре составляет 3.4 Ангстрем, такой размер вполне достаточен для диффузии йода внутрь координационной «губки». При этом прочность связывания йода с ZIF-8 столь велика, что «выдавить» йод из губки удаётся только с помощью нагрева до 575K. То обстоятельство, что каркасный материал способен связывать йод при сравнительно умеренном нагревании, весьма важно – исследователи продемонстрировали, что после адсорбции йода ZIF-8 могут быть инкорпорированы в стеклообразные материалы с низкой температурой спекания, что позволяет провести уже постоянную иммобилизацию йода в гомогенном твёрдом материале для последующего долговременного хранения.

Многие загрязняющие агенты обладают очень высоким сродством к нанотрубкам, поэтому их можно удалять из воды с помощью состоящих из этого наноматериала фильтров. В качестве примера можно привести растворимые в воде

медикаменты, которые очень трудно вывести из нее с помощью активированного угля. Проблемы, связанные с насыщением фильтров, также разрешимы, поскольку углеродные нанотрубки имеют очень большую площадь поверхности (500 м² на грамм), а следовательно, и очень высокую способность удерживать загрязнители. Группа австрийских исследователей из Венского университета (Австрия) разработала новую методику под названием «пассивный отбор». Полученные с ее помощью данные намного надежнее, поскольку учитывают концентрации, встречающиеся в окружающей среде (обычно очень небольшие), тогда как классические методы могут иметь дело только с высокими концентрациями. На проведение экспериментов у исследователей ушел целый год. При помощи «пассивного отбора» ученые определили сорбцию (абсорбцию и адсорбцию) нескольких загрязняющих веществ (полиароматических углеводородов) в различных концентрациях к углеродным нанотрубкам, что важно при практической реализации такой технологии.

Исследователи Университета штата Северная Каролина создали сверхпоглощающий пеноматериал. Губка способна удалить из воды множество видов загрязнителей – от соли и тяжелых металлов до радиоактивных частиц. Используя отходы лесной промышленности и измельченные раковины мелких ракообразных, коллектив исследователей из Университета штата Северная Каролина (США) под руководством Джоэла Полака (Joel Pawlak) разработал пенистую субстанцию, которая обладает редкими абсорбирующими свойствами. «Получив материал, мы приступили к исследованиям его способности впитывать соленую воду. В процессе выяснилось, что он не только прекрасно абсорбирует большие объёмы соленой воды, но и способен извлекать соль из воды. Получился неплохой опреснитель», – говорит Полак. – «Итак, мы поняли, что материал может впитывать соленую воду. Нам стало интересно, сможет ли губка очистить воду от тяжелых металлов. Оказалось, что и с этой задачей она справляется превосходно. У материала, который мы используем, есть компоненты с положительными и отрицательными зарядами. Изначально части представляют собой единое целое. При погружении в воду происходит разделение зарядов. Таким образом, положительные и отрицательные ионы соли притягиваются зарядами пеноматериала. Мы рассчитываем, что наша губка также сможет улавливать вирусы и бактерии»

Применение нанотехнологий помогло бы обеспечить чистой питьевой водой все более увеличивающееся население нашей планеты. По прогнозам специалистов, из-за роста численности населения к 2030 году спрос на воду увеличится во всем мире на треть. Это притом, что на данный момент уже более чем миллиарду людей недостает чистой питьевой воды. А учитывая потенциальное увеличение температуры воздуха на три-четыре градуса и последующее за этим перераспределение количества осадков, дела могут обстоять еще хуже. Профессор Джэйсон Риз из Университета Стратклайд, Великобритания, доказал в процессе исследований, что водная проницаемость углеродных нанотрубок в 20 раз больше, чем самые передовые коммерческие мембраны для обратного осмоса (так называется процесс опреснения морской воды). Это говорит о том, что применение мембран из нанотрубок значительно сократит стоимость и потребление энергии, необходимой для процесса опреснения.

Исследователи из Университета Цинциннати разработали сенсор позволяющий быстро проводить качественное и количественное определение

содержания тяжелых металлов, в особенности – марганца – в организме человека. Новый сенсор представляет меньшую угрозу для экологии – его рабочий электрод изготовлен не из ртути, а из висмута, для анализа с помощью нового сенсора требуется одна-две капли крови в то время, как для анализа с помощью обычных систем объем образца должен составлять 5 миллилитров. Один из авторов исследования, Ян Папаутски (Ian Papautsky), заявляет, что, например, обычные методы для определения содержания марганца в крови требуют около 5 мл крови и 48-часового анализа в лабораторных условиях. В то же самое время в целях мониторинга здоровья пациента требуется значительно более быстрое определение содержания этого и других металлов в крови, особенно экспрессность такого анализа важна для людей, работа которых связана с риском повышенного контакта с тяжелыми металлами. Помимо замены ртутного электрода на электрод из висмута исследователи изменили и саму принципиальную схему устройства сенсора, что еще раз позволило понизить эффект интерференции анализа, связанный с гидролизом, увеличив чувствительность и надежность определения ионов тяжелых металлов.

Не менее значимо применение наноматериалов в энергетике. Так, Министерство обороны США запустило программу по внедрению топливных элементов. Для непрерывного функционирования оборудования американских военных баз, в случае перебоев с электричеством, на их территории имеются резервные энергетические установки. Раньше эту роль выполняли дизельные генераторы, однако с недавнего времени Министерство обороны США стало искать им альтернативу. Оно руководствовалось доводами, что работающий дизель является слишком очевидной целью для потенциальной атаки, кроме того, он занимает много места, и для его работы постоянно требуется держать запас топлива, которое также занимает внушительный объем. Поэтому американские специалисты посчитали, что более перспективны – топливные элементы. Топливный элемент функционирует схоже с гальваническим элементом, только вещества в него поступают извне. Эффективность таких элементов достигает 80% благодаря тому, что электричество получается в результате прямой химической реакции. Ну и, конечно, работает он бесшумно, и занимает значительно меньше места, не говоря о том, что реактивы для его работы куда менее объёмные, чем дизельное топливо. В настоящее время топливными элементами оборудованы уже восемь военных баз Соединённых Штатов.

Билл Гейтс является одним из основателей молодой компании Terrapower, которая в настоящее время занимается изготовлением опытного образца реактора нового типа, так называемого реактора «бегущей волны». Добываемый из недр Земли уран на 99 процентов состоит из урана-238, который не представляет интереса в качестве топлива для ядерных электростанций. И только 1 процент от общей массы добываемого урана приходится на долю урана-235, который помимо топлива, используется еще в других целях. Небезызвестный Билл Гейтс и некоторые из его коллег считают, что современные технологии позволят реализовать реакторы нового типа, которые смогут сжигать уран-238, который сейчас просто утилизируется. Реактор «бегущей волны» получил свое название от вида распространения ядерной реакции в объеме топлива, загруженного в активную зону реактора. В активную зону реактора введено большое количество стержней из урана-238 и только один стержень из урана-235, который выступает в качестве

«детонатора», «поджигającego» ядерную реакцию. В ходе ядерных превращений уран-238 преобразуется в плутоний-239, а тепло, выделяющееся в ходе этого, используется для получения энергии. Реакция, происходящая в недрах этого реактора, распространяется от центра активной зоны к ее краям, подобно волне. По мере выработки стержней из урана-238 в центре реактора, происходит их перестановка с более удаленным от центра стержнями, что обеспечивает постоянное поддержание ядерной реакции. Используя такую технологию можно сжигать практически все виды ядерных отходов, произведенные другими типами реакторов. А в природе существует достаточно большое количество урана-238, который можно добывать без особых проблем даже из морской воды. По предварительным расчетам, используя уран-238 в качестве топлива ядерных электростанций, можно обеспечить все энергетические потребности человечества сроком приблизительно на 1 миллион лет. Реакторы «бегущей волны» более безопасны, волноваться по поводу перегрева его активной зоны нет причин. Реакторы Terrapower могут быть остановлены и охлаждены без использования таких активных мер, которые были предприняты на Фукусиме. Компания Terrapower собирается получить первый маломощный реактор «бегущей волны» для проведения испытаний уже в 2016 году. А в 2020 году, согласно плану, должен появиться на свет первый такой более мощный реактор, который может стать прототипом реакторов будущих безопасных ядерных станций.

Ученые из американского Университета Райса (Rice University) объявили о том, что им удалось достичь значительных успехов в деле создания электрического кабеля, токопроводящие части которого состоят из углеродных нанотрубок. Такие электрические кабели, обладая высокой электрической проводимостью, станут основой высокоэффективных сетей передачи электроэнергии будущего. Главным технологическим препятствием, с которым сталкивались попытки разработки нанотрубчатого «чудо»-кабеля, по словам ученого-химика Эндрю Р. Баррона (Andrew R. Barron), является трудность изготовления большого количества однородных нанотрубок большой длины. Ученые университета Райс продемонстрировали новый способ взять маленькие партии относительно коротких нанотрубок и с помощью некоторых ухищрений увеличить во много раз их длину. Затем полученные нанотрубки снова могут быть разделены на более короткие и снова подвергнуты процессу каталитического увеличения длины. Такой процесс может повторяться сколько угодно большое количество раз до получения достаточно толстого проводника, состоящего из однородной массы углеродных нанотрубок. С помощью кабеля, названного Armchair quantum wire (AQW), сотканного из длинных нанотрубок, можно будет передавать электроэнергию на большие расстояния с незначительными потерями, которые во много раз меньше, чем тот 5% допустимый предел потерь на 200 километров передачи, который является нормативом для обычных линий передачи на основе меди или алюминия. Ключом к успеху создания новой технологии стал правильный баланс между уровнем температуры, давления, временем проведения реакций и составом используемого катализатора. Оптимальное соотношение, на поиск которого у ученых ушло более полугода времени, позволило наращивать длину углеродных нанотрубок практически до неограниченной длины.

Коллектив китайских исследователей (Rufan Zhang, Qian Wen и другие) предложил использовать для хранения энергии бездефектные сверхдлинные

натянутые углеродные нанотрубки. Для получения сверхдлинных нанотрубок авторы статьи использовали SiO_2/Si подложку, в которой были проделаны специальные каналы, для получения «свободностоящих» трубок. Сами нанотрубки (длиной до 10 см) получали разложением метана при 1000 °C на катализаторе (наночастицы железа). Чтобы визуализировать «свободностоящую» часть нанотрубки на нее были нанесены частицы TiO_2 , распылением аэрозоля TiCl_4 . Благодаря высокой жесткости (модуль Юнга $E = 1,34 \text{ ТПа}$) и прочности (предельная деформация до 17%), плотность энергии деформированных нанотрубок может достигать 1125 В·ч/кг, что в 3 раза превосходит плотность энергии в супермаховиках, в 5-8 раз плотность энергии в литий-ионных батареях и в 25000 раз превосходит плотность энергии, запасенной в деформированных струнах.

Работая над аналогичной проблемой учёными (Sanketh R. Gowda, Pulickel M. Ajaan и другими) из Университета Райса (США) сконструировано устройство накопления энергии, которое имеет минимально возможные размеры. Проект создания X миниатюрного электрохимического устройства стартовал несколько лет назад. В декабре прошлого года его участники представили первый рабочий образец литий-ионного аккумулятора, у которого никель-оловянный анод и электролит, выполненный из полиметилметакрилата, компоновались в виде нанопровода. При изготовлении такого аккумулятора нанопровода из Ni-Sn выращивались с помощью электроосаждения в специальной пористой матрице из оксида алюминия, после чего диаметр пор увеличивали, обрабатывая их гидроксидом натрия. В появлявшиеся между оксидом алюминия и нанопроводами зазоры проникал полиметилметакрилат, создавая ровную и плотную оболочку. Анод и электролит, таким образом, упаковывались вместе, но катод не был интегрирован в наноструктуру. Учёные нашли решение этой проблемы, и в новом варианте устройства катод также становится одним из элементов составного нанопровода. За прошедшее с начала декабря время методика практически не изменилась: всё начиналось с матрицы из оксида алюминия с порами диаметром 200 нм, выращивания никель-оловянных нанопроводов и расширения пор. Однако роль электролита и разделителя играл уже не полиметилметакрилат, а полиэтиленоксид (PEO); свободное пространство, оставшееся в порах после нанесения этого слоя, занимала «катодная» смесь полианилина, поливинилденфторида и технического углерода, приготовленная в диметилформамиде. Затем массив нанопроводов, сочетавших в себе анод, электролит и катод, высушивался, покрывался 200-нанометровым слоем алюминия (токоборника), и всю матрицу обрабатывали раствором гексафторфосфата лития LiPF_6 , чтобы дать возможность ионам лития занять свои места в слое PEO. Высота готовой «батареи» наноразмерных устройств составляла около 50 мкм. В опытах массивы продемонстрировали обратимую ёмкость в $\sim 3 \text{ мкА}\cdot\text{ч}/\text{см}^2$ при токе в $0,03 \text{ мА}/\text{см}^2$.

Альтернативу биогорючему сухопутного происхождения может составить морская капуста *Laminaria digitata*. Из-за того что её химический состав меняется от сезона к сезону, она не всегда пригодна. Но в июле концентрация углеводов в клетках водоросли достигает максимума – тогда-то и следует приступать к переработке её на сахар и производству биотоплива. «В процессе ферментации углеводы и растворимые сахара преобразуются в этанол, поэтому нам их надо как можно больше, – объясняет соавтор исследования Джессика Адамс из Университета

Аберистуита, Великобритания. – Металлы подавляют этот процесс, поэтому их нам надо как можно меньше». Водоросли могут быть преобразованы в биотопливо несколькими способами. Брожение (анаэробное сбраживание) – самый распространённый, в его результате получают этанол и метан. Второй вариант – пиролиз (нагрев без доступа кислорода), который даёт бионефть («зелёный бензин»). Основная масса исследований в области биотоплива сосредоточена на сухопутных растениях, однако последние имеют один серьёзный недостаток: они занимают землю, которую можно было бы использовать для выращивания продовольствия. Между тем на морские экосистемы приходится более половины мировой биомассы, причём водоросли способны сами по себе производить больше биомассы на квадратный метр, чем сахарный тростник и другая наземная флора, что делает предложенную технологию весьма перспективной.

Продолжаются интенсивные исследования по повышению эффективности литий-ионных аккумуляторов. Новый материал, разработанный японской компанией Sumitomo Electric может существенно увеличить емкость литий-ионных аккумуляторов – в 1.3 – 3 раза, а это позволит увеличить дальность поездки электрических автомобилей на 50–200 процентов. Этот материал называется Aluminum-Celmet, который имеет микропористую структуру, сформированную из множества сферических, связанных между собой, полостей. Немного ранее компания Sumitomo Electric уже изготавливала микропористый материал из никеля и сплава хрома и никеля. За счет пористости такой материал обладает высокоразвитой активной поверхностью и при достаточном его заполнении активным веществом может с высокой эффективностью использоваться в качестве электрода водородно-никелевой аккумуляторной батареи. Такому материалу легко придать любую форму, он замечательно поддается любой механической обработке. Используя технологический процесс, такой же, какой были использованы для производства никелевого микропористого материала, компания Sumitomo Electric успешно произвела микропористый алюминиевый материал, который помимо развитой активной поверхности обладает еще и небольшим весом, малым удельным электрическим сопротивлением и превосходной устойчивостью к коррозии. Все эти черты нового алюминиевого материала делают его весьма привлекательным для использования в литий-ионных аккумуляторных батареях электрических автомобилей, и везде, где происходят частые циклы зарядки-разряда. Представители Sumitomo Electric утверждают, что замена алюминиевой фольги, используемой в качестве положительного электрода литий-ионных аккумуляторов, новым микропористым материалом позволит значительно увеличить показатель количества энергии на единицу объема аккумуляторных батарей. Это позволит увеличить ёмкость аккумуляторов электромобиля в 1.5-3 раза, а это, в свою очередь, при аккумуляторе такого же объема увеличит дальность поездки на дополнительные 200 процентов, или позволит сократить объем и вес аккумуляторных батарей на 2/3 при неизменной дальности передвижения. Помимо электромобилей, аккумуляторные батареи которых являются самым очевидным применением нового микропористого материала, этот материал может быть успешно использован и в аккумуляторных батареях, предназначенных для хранения энергии из возобновляемых источниках, таких как Солнце, ветер или водородные топливные элементы.

Американские учёные (Zhiyu Wang, Deyan Luan и др.) сообщили об инновационном аноде из полых нанотрубок оксида железа. α -Fe₂O₃ состоит из гексагональной плотнейшей упаковки анионов кислорода и катионов Fe³⁺ в 2/3 октаэдрических пустот структуры. Еще треть октаэдрических пустот может быть заполнена при зарядке катионами лития, при этом часть железа восстановится до степени окисления +2: $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3 + \text{Li}^+ + e^- \rightarrow \text{LiFe}_2\text{O}_3$. Подобный электрод обеспечивает емкость до 1000 мА*ч/г при условии полной зарядки/разрядки за 2 часа и 500–800 мА*ч/г при ускорении процессов в 2–4 раза. Это значительно превосходит емкость графитовых электродов (372 мА*ч/г) и приближается к емкости электродов на основе нанотрубок оксида олова (1900 мА*ч/г), примерно на порядок превосходя их по скорости зарядки/разрядки. А производят описанные электроды по весьма оригинальной методике. Сначала формируют массив нанонитей меди. Затем осаждают на их поверхность FeCl₂ с образованием CuCl из меди и его растворением: $\text{Cu} + \text{FeCl}_3 \rightarrow \text{CuCl}(\text{тв}) + \text{FeCl}_2$ $\text{CuCl} + \text{Cl}^- \rightarrow \text{CuCl}_2\text{-(раств)}$. Адсорбированные на растворяющейся поверхности меди ионы Fe²⁺ и Fe³⁺ быстро гидролизуются, формируя смешанный гидроксид Fe(OH)_x в виде полых нанотрубок. После завершения вышеописанных процессов полученный массив нанотрубок подвергается окислительному отжигу для дегидротации и перевода всего железа в степень окисления +3.

Американские учёные разработали технологию создания прозрачных литий-ионных батарей, напоминающую по принципу действия струйную печать на прозрачном листе из вещества, которое используется для производства герметиков и силиконовых имплантатов. Группа ученых под руководством И Цуя (Yi Cui) из Стэнфордского университета преодолела эти проблемы, «напечатав» электроды при помощи микроканальной технологии - базового принципа работы современных струйных принтеров. Суть метода заключается в том, что вместо одного большого электрода используется сетка из тонких проводников толщиной в 30-40 микронов. Человеческий глаз не может зафиксировать такие небольшие объекты, и поэтому сетка даже с относительно небольшими ячейками (размером в 200 микронов) будет казаться прозрачной. «Печать» батареи производится в несколько этапов. Основой для сетки электродов служит кремниевая форма, которая заливается кремний-органическим (силиконовым) гелем. Застывший гель снимают с формы и покрывают тонкой пленкой золота. В результате образуются микроканалы, которые «заливают» раствором наночастиц из соединений лития, марганца и кобальта. После высыхания раствора золотая пленка аккуратно снимается и производится сборка «сэндвича» из двух таких пластинок и вещества-электролита. Электрический «бутерброд» не только прозрачен, но и достаточно гибок - устройство потеряло только 5% своей емкости после 100 свертываний в трубочку. Кроме того, данный источник питания можно многократно перезаряжать, как и обычный литий-ионный аккумулятор.

Продолжаются систематические исследования и разработки и в области наноматериалов. Создан новый терморегулирующий строительный материал, способный поглощать излишки тепла и выделять его обратно при необходимости, что значительно сократит затраты на поддержание микроклимата в помещении. Разработка относится к классу материалов с фазовым переходом (PCM) – так называют вещества, которые абсорбируют или, наоборот, отдают тепло при смене своего агрегатного состояния при определенной температуре. Исследователи из

представительства британского Ноттингемского университета, которое расположено в городе Нинбо (Китай), утверждают, что их детище может запасать больше тепловой энергии, быстрее реагирует на изменение температуры и дешевле в производстве по сравнению с аналогами.

Учёные Массачусетского технологического института предложили для сохранения тепла новый материал из наноскопических углеродных трубок в комбинации с азобензолом. Результат был на высоте: данный материал оказался примерно в десять тысяч раз эффективнее при аналогичном объёме. Кроме способности накапливать тепло, он так же хорошо притягивает солнечную радиацию, являясь не только накопителем тепла, но и преобразователем в него солнечной радиации. Профессор Джеффри Гроссман (Jeffrey Grossman), один из участников исследований, говорит о новом материале, что он не теряет своих свойств со временем, является удобным для использования и недорогим, что наверняка обеспечит ему хорошие перспективы в этой и других сферах.

Израильская компания ApNano Materials использовала нанотехнологии для создания сверхпрочного материала. Исследования велись группой ученых Института Вайцмана под руководством профессора Решефа Тенье и д-ра Менахема Ганота. Речь идет о металлическом сплаве, в котором молекулы организованы по принципу неорганических фуллеренов (молекула, образованная шестьюдесятью атомами углерода (C₆₀) в вершинах высокосимметричного многогранника, в неорганическом фуллерене вместо атомов углерода используются другие химические элементы, например, металлы). В компании планируют делать на основе полученного материала бронежилеты и каски, поскольку сплав с фуллеренами превосходно нейтрализует действие ударной волны. Он прочнее стали в 4–5 раз, а также превосходит по прочности и другим защитным качествам два самых широко используемых при производстве бронежилетов материала – silicon carbide и boron carbide. Недавно были проведены испытания, давшие впечатляющие результаты: при обстреле образца пулями, летевшими со скоростью 1,5 км в секунду, возникло давление в 250 тонн/кв.см, но материал не деформировался и не разрушился.

Результаты новых исследований, выполненных датскими учеными Национальной лаборатории Ris DTU National Laboratory for Sustainable Energy, позволят в недалеком будущем производить более прочные и более легкие автомобильные детали и узлы, изготовленные из так называемых нанометаллов. Нанометаллы – это те же самые металлы, отличающиеся от обычных металлов весьма малым размером «зерен» их кристаллической структуры. Такое строение нанометаллов придает этим материалам высокую прочность, но при воздействии высоких температур, которые применяются в производственном процессе, кристаллическая структура нанометалла разрушается и материал теряет изначальную прочность. Датские ученые, работающие в направлении получения устойчивых нанометаллов, объединились с двумя европейскими компаниями-автопроизводителями, что бы совместными усилиями разработать материал на основе алюминия из которого будут производиться прочные и легкие детали кузовов легковых автомобилей. Проводя свои исследования, Тиэнбо Ю, студент университета DTU, обнаружил, что границы между «зернами» кристаллической структуры металлов могут переместиться и стать размытыми под воздействием высокой температуры. Такое поведение кристаллической структуры приводит к укрупнению

«зерен», что существенно уменьшает прочность материалов. Чтобы стабилизировать кристаллическую структуру нанометаллов, удержав на месте границы между зёрнами, ученые ввели в состав алюминия инородные наночастицы, изготовленные из особого материала. Это привело к тому, что структура такого материала становилась практически нечувствительной к высокой температуре, а сам материал не терял своей прочности после завершения процесса горячей штамповки и других видов металлообработки. Изготовленные из алюминиевого нанометалла детали кузова легкового автомобиля показали во время проведения краш-тестов меньшую деформацию, чем те же детали, выполненные из стали, имеющей в два раза большую толщину.

Материал, восстанавливающий свою форму после снятия нагрузки, может пригодиться при возведении сейсмостойких зданий, утверждают японские учёные. Команда специалистов из Высшей инженерной школы Университета Тохоку под руководством Тосихиро Омори разработала поликристаллический сплав железа, марганца, алюминия и никеля, который возвращается в прежнюю форму при температурах от -196 до 240°C . В этих пределах дополнительное давление, связанное с температурой, растёт на $0,53$ МПа с каждым градусом. Как отмечает г-н Омори, одним из преимуществ сплава является его низкая стоимость, что в сочетании с высокой термоустойчивостью обеспечивает широкий спектр применения полученного материала. Его можно использовать при производстве крепежа и элементов управления в автомобилях, самолётах и даже космических аппаратах.

Продолжается успешное продвижение нанотехнологий в электронике и оптоэлектронике. Группа исследователей корпорации General Electric X продемонстрировала микроголографический материал, поддерживающий скорость записи, сравнимую с Blu-ray диском. При этом диск стандартного размера способен вместить в себя содержимое до 20 BD или 100 DVD дисков. Эта технология является одним из самых вероятных претендентов на роль оптического носителя будущего, и над её шлифовкой работают многие специалисты в области химии, физики и электротехники. Ключевыми моментами для начала коммерческой реализации данной технологии являются два параметра – плотность записи и её скорость. Плотность записи микроголографических дисков уже была доведена до 500 гигабайт на диск, и в перспективе может быть увеличена ещё в три раза. Проблемой было поднятие скорости записи, и она была успешно разрешена специалистами GE. Продемонстрированный материал обладал в сто раз большей чувствительностью, чем его предшественник. Таким образом, можно сделать вывод о высоких шансах приводов, сделанных по этой технологии, достичь массового рынка.

Исследователи из Японии и Швейцарии продемонстрировали возможность связывания между собой отдельных молекул с помощью проводящих ток молекулярных нанопроводов. Это открытие является важным шагом к созданию мономолекулярной электроники, что позволит во много раз уменьшить размеры привычных нам электронных устройств. Как сообщает руководитель группы ученых Юйдзи Окава (Yuji Okawa), ключом к мономолекулярной электронике является объединение функциональных молекул в единую цепь с помощью токопроводящих нанопроводов. Сложностей в этой задаче две: как расположить нанопровода в нужных местах и как соединить их с функциональными молекулами химической связью.

Ранее ученые предпринимали попытки связывать молекулы с помощью металлических проводов, однако это оказалось слишком сложным вследствие невозможности создания проводов заданного диаметра. Другим подходом было использование токопроводящих полимеров, но таким способом удавалось объединить лишь небольшое количество молекул. Исследователи из группы Окавы взяли в качестве исходного субстрата мономолекулярную пленку из диацетилена, нанесенного на графитовую подложку. Затем на него было нанесено небольшое количество фталоцианина, из которого на поверхности субстрата образовались нанокластеры. На заключительном этапе исследователи переместили щуп сканирующего туннельного микроскопа к одной молекуле фталоцианина и, подав на щуп пульсирующее напряжение, инициировали цепную полимеризацию диацетилена, в результате чего образовался полимерный нанопровод, который можно дотянуть до другой молекулы фталоцианина.

Компания Fiat намерена применить устройство, которое будет отображать полезную информацию, непосредственно в лобовое стекло. В погоне за интерактивностью производители автомобилей перешли от улучшения приборной панели и боковых стёкол к нетронутой до сих пор части автомобиля – той, что находится прямо перед глазами водителя. Инженеры Fiat намерены внедрить излучающий индикатор на лобовом стекле, который активно используется в военной авиации и постепенно осваивается другими видами воздушного и наземного транспорта. Исследовательский центр итальянского автопроизводителя участвует в европейском проекте NaPANIL, целью которого является разработка коммерчески пригодной технологии создания трёхмерных наноструктур (с элементами размером менее 100 нм) на различных поверхностях, включая стекло. Для микрочипов технология является слишком «грубой», а вот эффективные светоизлучающие устройства — такие как светодиодные экраны – производить вполне можно. Дефекты в пару десятков нанометров человеческий глаз заметить не способен, поясняет один из участников NaPANIL Николай Гадегаард из Университета Глазго (Великобритания). Процесс является разновидностью наноимпринт-литографии, когда в подложку «впечатывается» дополнительный элемент. В данном случае это устройство, которое транслирует излучение светодиодов, расположенных у нижнего края лобового стекла автомобиля. Свет проходит через толщу стекла и выводится на его поверхность в форме информации о скорости и других параметрах движения. Такой способ требует гораздо меньше энергии, чем вариант, когда изображение проецируется извне.

Светодиодные лампы обладают малой потребляемой мощностью, высокой надежностью и многими другими положительными качествами. Они экологичны, пожаробезопасны, позволяют легко изменять уровень и цветовые характеристики света. «Ахиллесовой пятой» светодиодов является достаточно сильный нагрев кристалла, излучающего свет. При повышении температуры кристалла уменьшается его светоотдача и сокращается срок службы светодиодной лампы. Решить эту проблему смогла израильская компания MCL, которая разработала новую передовую технологию ALOX, позволяющую уменьшить температуру кристалла за счет быстрого отвода тепла. Основу технологии составляет процесс селективного ступенчатого оксидирования алюминия, суть которого заключается в получении диэлектрика на поверхности металла и в его глубине. Компании MCL впервые в мировой практике

удалось в процессе получения оксида сформировать структуру изолированных проводников внутри металла. Такой подход позволил создавать новый тип дешевых коммутационных плат с высокой теплопроводностью. В технологии ALOX™ не требуются процессы сверления и металлизации отверстий, так как межсоединения полностью состоят из алюминия, а диэлектрик сделан из высококачественной керамики. Процесс является простым и недорогим и содержит небольшое количество технологических операций. Технология ALOX™ является широкой технологической платформой и может применяться в пакетировании различных изделий электроники, таких как СВЧ-электроника, система SiP (System in Package), трехмерные стеки памяти, микромеханические устройства MEMS, мощные модули и компоненты.

Как видно из вышеприведенного обзора нанотехнологии являются двигателем многих отраслей промышленности, только не следует забывать, что они ещё должны быть и экологически безопасными.

Онйпъ сэ юмь нрмбд е з г йз фьанмв снб

Жидкие эбонитовые композиции (ЖЭК) предназначены для противокоррозионной защиты оборудования, работающего в химически агрессивных средах в тех случаях, когда гуммирование методом обкладки листовыми резиновыми и эбонитовыми смесями технологически затруднено или вообще не может быть использовано. Особенно эффективно применение ЖЭК в технологии защиты сложнопрофильного и перфорированного оборудования, например, роторов фильтрующих центрифуг, рабочих колес насосов и вентиляторов, корпусов запорной арматуры, труб малых диаметров и тому подобных изделий (рис. 1).

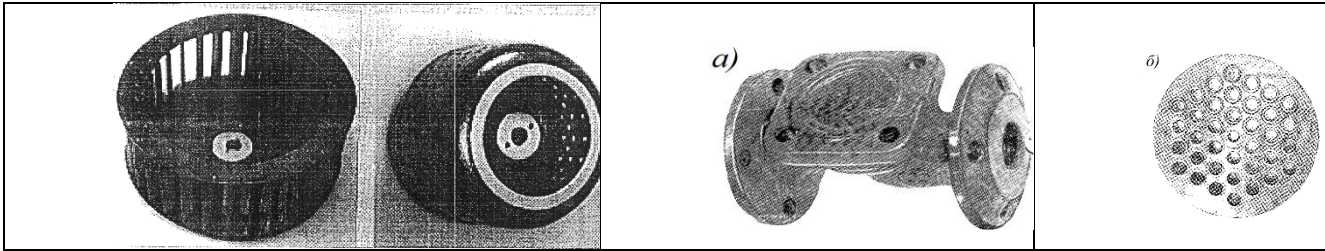
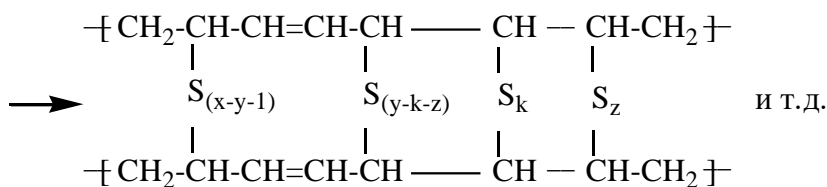
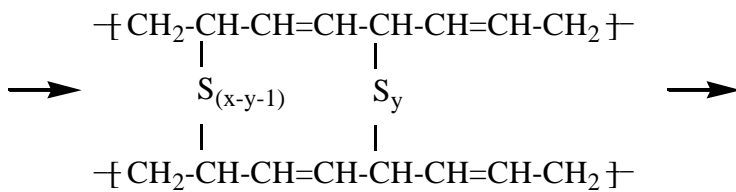
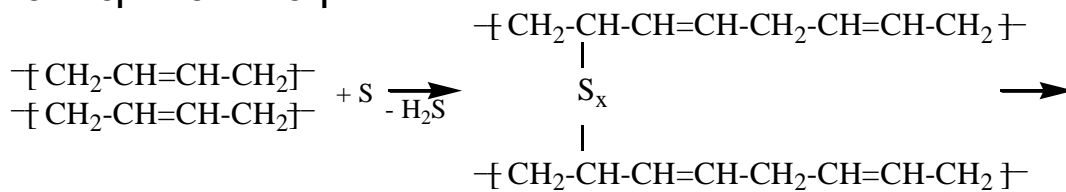


Рис. 1 – Примеры элементов оборудования, гуммированного ЖЭК

Получение эбонитовых покрытий из ЖЭК основано на химическом взаимодействии (вулканизации) высококонепредельных диеновых олигомеров с серой (23-33% масс.) и ускорителями при температуре 130-150 °С. Повышение температуры выше 150°С ускоряет процесс вулканизации, однако может привести к вздутию и пористости покрытия.



В качестве структурообразующих наполнителей ЖЭК традиционно используют технический углерод различных марок, а также каолин и аэросил. Вязкость наполненных композиций возрастает на 1-3 десятичных порядка по сравнению с вязкостью связующего олигобутадиена.

Основными достоинствами ЖЭК являются:

Отсутствие в составе композиций органических растворителей, что обеспечивает пожаро- и взрыво – безопасность, а также повышает экологические характеристики гуммировочных работ.

Длительный, а для некоторых композиций неограниченный срок хранения композиций без их подвулканизации;

Возможность нанесения на защищаемые поверхности простыми и доступными методами, применяемые в технологии лакокрасочных покрытий (кистью, окрасочным валиком, распылением).

К числу достоинств ЖЭК следует также отнести возможность проведения вулканизации нанесенных слоев покрытия без применения вулканизации в котлах под давлением водяного пара. Вулканизацию покрытий из ЖЭК можно проводить нагретым воздухом в циркуляционных термокамерах без давления.

Возможность проведения такой вулканизации позволяет получать на основе олигобутадиенов эбонитовые покрытия с высокими физико- механическими и эксплуатационными свойствами:

Прочность вулканизата при разрыве 30 – 50 МПа;

Прочность при ударе не менее 5 Н*м;

Твердость по игольчатому твердомеру, не менее 96-ед;

Собственная адгезия без применения адгезивов, обеспечиваемая в процессе вулканизации (8 -12 МПа, при отрыве);

Сплошность и монолитность покрытий ввиду отсутствия клеевых соединений;

Химическая стойкость на уровне обкладок из листовых эбонитов.

Для получения эбонитовых покрытий могут быть использованы одноупаковочные и двухупаковочные ЖЭК.

Одноупаковочные низковязкие ЖЭК с вязкостью до 102 Па*с предназначены для получения однослойных или многослойных покрытий с толщиной каждого слоя до 0,2 мм (табл 1). В качестве связующей основы одноупаковочных ЖЭК преимущественно, используются низковязкие высоконепредельные 1,4 цис олиголигобутадиены (йодное число 420 - 480) с молекулярной массой (2-3) х-10³ и вязкостью 1-3 Па*с при 20оС, такие как «Polioil Huls» (Германия), СКДНН (Россия) и т.п. Олигобутадиены со смешанной микроструктурой (30-35 % !.4-цис, 1,4-транс и 1,2 звеньев) типа «Lithene», ПБН и т.п. характеризуются замедленной вулканизацией, поэтому в состав композиций на их основе необходимо вводить большее количество серы и ускорителей вулканизации. В качестве связующей основы ЖЭК могут быть использованы также сополимеры бутадиена с пипериленом.

Таблица 1 - Свойства одноупаковочных ЖЭК и покрытий на их основе

Основа состава	!4-цис лигобутадиен	Олигобутадиен со смешанной микроструктурой звеньев	Сополимер бутадиена с пмпериленом
Технологические свойства составов			
Внешний вид	Однородные вязкие жидкости черного цвета		

Условная вязкость состава по ВЗ-4 при 20 °С, с	50 (75 %раствор в толуоле) при 20°С, с	45 (75 % в раствор в толуоле) при 20°С, с	27 (разбавление уайт-спиритом 1:1)
Содержание серы, % масс	23 (33)	33	33
Продолжительность вулканизации, ч промежуточных слоев последнего слоя	2x150 °С 8 (4)x150 °С	2x150 °С 5 x150 °С	2x150 °С 6 x150 °С
Расход при нанесении одного слоя, кг/м ²	0,2.		
Физико-механические свойства вулканизатов и покрытий			
Прочность при разрыве, МПа (не менее)	26,0 (50)	27	28
Прочность связи со сталью при отрыве, МПа (не менее)	8,0	8,0	10,0

Особенностью одноупаковочных ЖЭК является то, что все ингредиенты находятся в одной гетерогенной системе и совершенно не содержат растворителей и каких-либо токсичных ингредиентов. Для того, чтобы такие композиции не подвергались самовулканизации при хранении, в их рецептуре используют олигомеры и вулканизирующие агенты не реагирующие с между собой при хранении в обычных условиях, но эффективно взаимодействующие при температуре вулканизации. Наиболее полно удовлетворяет таким требованиям сера с ускорителями умеренной активности: каптакс (2-меркаптобензотиазол), гуанид-Ф (дифенилгуанидин) и т.п. Одноупаковочные составы, ввиду отсутствия в их рецептуре растворителей могут храниться в открытой таре. Они изготавливаются с вязкостью, необходимой для нанесения их кистью или валиком. Срок хранения одноупаковочных составов практически неограничен, поскольку они не содержат вулканизирующих агентов, вступающих в химическое взаимодействие со связующими олигобутадиенами при комнатной температуре.

Двухупаковочные композиции состоят из связующей основы (компонент «А») и вулканизирующей системы низкотемпературной вулканизации (компонент «В»), поставляемых и хранящихся отдельно.

Введение агентов низкотемпературной вулканизации в связующий олигобутадиен недопустимо вследствие самовулканизации составов при хранении и потерей ими технологических свойств. Вследствие этого необходимо разделять

такие композиции на две составные части, каждая из которых могла бы сохраняться без подвулканизации при обычных условиях максимально длительное время.

В связующую основу композиции (компонент «А») вводятся инертные по отношению к олигобутадиену при комнатной температуре ингредиенты: сера, ускорители высокотемпературной вулканизации и наполнители. В состав компонента «В» вводятся ингредиенты, также инертные по отношению к его связующей основе, на которой она изготовлена, чтобы также не допустить подвулканизации при хранении. Таким образом, проблема создания двухупаковочной эбонитовой композиции сводится в основном к выбору инертного связующего по отношению к низкотемпературным агентам вулканизации. При этом желательно, чтобы связующая основа компонента «В» на втором этапе вулканизации при повышенной температуре вступала в химическое взаимодействие с агентами высокотемпературной вулканизации, введенными в основу состава, активно участвуя в построении вулканизационной сетки эбонитового покрытия.

Двухупаковочные композиции превращают в рабочие состояние путем смешения компонентов «А» и «В» непосредственно перед применением. При соединении основы компонентов «А» «В» приготовленная композиция должна обеспечивать с одной стороны, ее самовулканизацию в слое нанесенного покрытия при температуре 20-25°C за технологически приемлемое время, а с другой стороны - сохранять необходимую жизнеспособность в течение времени, необходимого для использования в работе достаточно большого количества состава.

В качестве связующей основы двухупаковочных композиций могут использоваться олигомеры бутадиена с концевыми функциональными группами, позволяющими осуществлять предварительную вулканизацию покрытий при комнатной температуре. К числу таких олигомеров относятся «KRASOL-LBН, «NISSO-PВ», «Hystle» и др. с $M_n = 1000-3000$ и концевыми гидроксильными или карбоксильными функциональными группами.

Олигобутадиендиолы (ОБД), способны отверждаться диизоцианатами с образованием форполимеров. Отверждение уретановых форполимера молекулярной массой 1200-2000 с содержанием изоцианатных групп 4,5-7,5 % и вязкостью 20-50 Па*с осуществляется полиолами или диаминами при комнатной температуре. Жизнеспособность таких композиций, определяется временем потери текучести и может регулироваться в пределах от 45-60 минут до нескольких секунд в зависимости от вида сшивающего агента и ускорительной системы. Композиции на основе ОБД с жизнеспособностью при 20° С 1 – 1,5 часа используют для нанесения кистью или окрасочным валиком. При нанесении 2- 4 слоев обеспечивается общая толщина покрытия до 2 мм. Композиции быстрого отверждения с жизнеспособностью в несколько секунд наносятся распылением с помощью специальных установок, в которых смешение связующей основы и отвердителя производится непосредственно в смесительной головке распыляющего устройства.

Основой двухупаковочных составов могут быть также бутадиеновый или бутадиен-нитрильный олигомеры с карбоксильными группами. Взаимодействие карбоксильных групп каучуков в этих составах со сшивающим агентом (оксид металла). происходит при комнатной температуре, благодаря чему возможна «холодная» подвулканизация составов, обеспечивающая возможность нанесения второго и последующих слоев.

На основе высоковязкого 1,4-цис олигобутадиена разработаны жидкие двухупаковочные композиции с использованием для предварительной вулканизации при комнатной температуре окислительно-восстановительной системы на основе парабензохиндиоксима с диоксидом марганца и ультраускорителя – диэтилдитиокарбамата цинка.

Двухупаковочные ЖЭК могут храниться при комнатной температуре до 6 месяцев и более с момента изготовления. Жизнеспособность двухупаковочных композиций после введения в основу вулканизирующей системы в зависимости от марки составляет при температуре 15-25°C от 1 до 2 часов, поэтому готовить такие композиции необходимо из расчета их полного использования за этот период времени. После введения вулканизирующей пасты в основу вся композиция тщательно перемешивается до получения однородной консистенции.

Вулканизацию покрытий из двухупаковочных композиций проводят в два этапа. На первом этапе осуществляется предварительная вулканизация при комнатной температуре с образованием слабо сшитого резиноподобного вулканизата, а на втором этапе проводят довулканизацию до состояния эбонита.

Тип гуммировочной композиции (одно - или двухупаковочная) определяется, с одной стороны, видом используемого в качестве связующей основы олигомера (прежде всего, его основными молекулярными параметрами и вязкостью), а, с другой стороны, – технологией проведения гуммирования и назначением покрытия.

Технологический процесс гуммирования жидкими эбонитовыми составами (рис.2) включает следующие операции:

- подготовка состава и изделия к проведению гуммировочных работ;
- нанесение гуммировочного состава на защищаемую поверхность;
- вулканизация и контроль качества покрытия.

Принципиальная технологическая схема процесса гуммирования ЖЭК приведена на рис. 2.

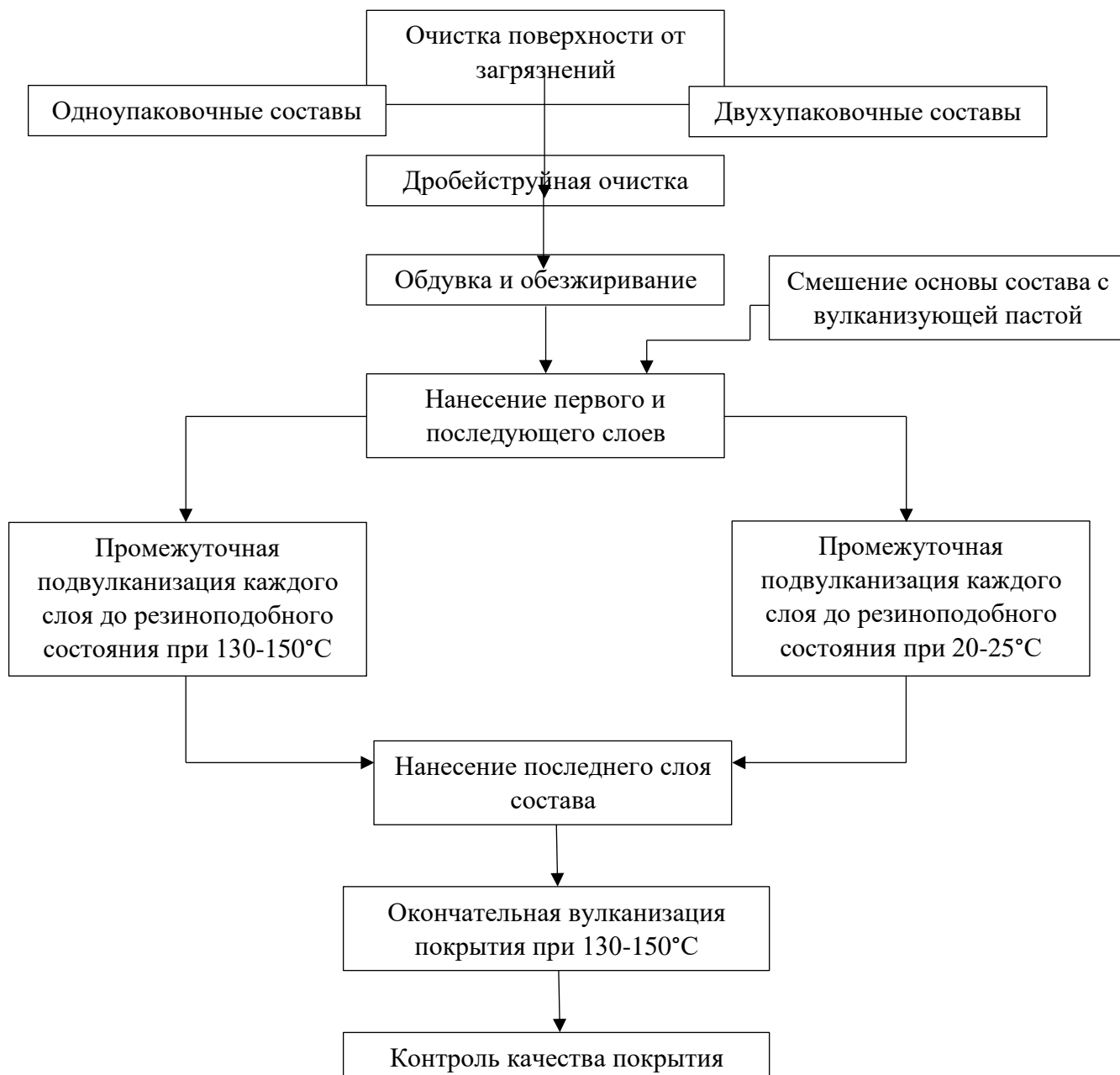


Рис.2 – Принципиальная технологическая схема гуммирования жидкими эбонитовыми составами.

Перед применением жидкие эбонитовые составы и вулканизирующие пасты к ним (в случае применения двухупаковочных композиций) тщательно перемешиваются в упаковочной таре. Перемешивание осуществляют вручную или с применением механических перемешивающих устройств (рис.3) до получения однородной консистенции, поскольку при длительном хранении возможно оседание твердых частиц некоторых ингредиентов (серы, ускорители вулканизации и наполнители).

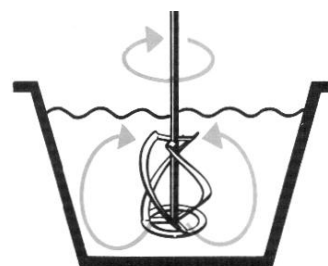
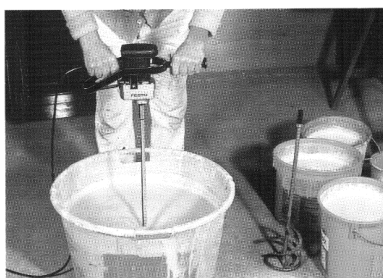


Рис. 3 – Механические перемешивающие устройства

Нанесение композиций кистью применяется при гуммировании сложно-профильных и перфорированных изделий, например, корпусов и рабочих колес насосов, запорной арматуры, тройников, отводов и т.п., а также поверхностей емкостей небольших размеров (мерников, баков и т.д.). Нанесение окрасочным валиком применяется при гуммировании плоских и ровных поверхностей, например, гальванических ванн, вентиляционных коробов, а также цилиндрических поверхностей достаточно большого диаметра. Нанесение шпателем применяется для гуммирования небольших плоских поверхностей высоковязкими эбонитовыми составами. Этот метод позволяет получать покрытия толщиной 1-2 мм. Нанесение распылением позволяет максимально механизировать процесс гуммирования. Этот метод применяется для защиты элементов оборудования, имеющих форму тел вращения, например, роторов фильтрующих центрифуг, рабочих колес, насосов и вентиляторов. Нанесение композиций методом распыления проводится на медленно вращающиеся (5-30 мин) изделия, что обеспечивает получение равномерных по толщине покрытий. Распыление проводится с применением установок типа «HydroPress» или 7000 Н «Wagner», которые позволяют наносить составы с вязкостью 250-300 с по вискозиметру ВЗ-246 (сопло № 4).

Полученные в результате «холодной вулканизации» при 20-25°C резиноподобные покрытия не имеют самостоятельного значения, а служат лишь для обеспечения возможности послойного нанесения составов с целью получения покрытий заданной толщины при комнатной температуре. Эбонитовые покрытия получают на втором этапе вулканизации серно-ускорительной вулканизирующей системой при температуре 150°C. Вулканизацию покрытий из ЖЭК проводят в вентилируемых термокамерах, обеспечивающих равномерную температуру во всех точках объема. Для вулканизации покрытий, нанесенных на детали типа тел вращения (роторы центрифуг, рабочие колеса насосов и вентиляторов, и т.п.), в конструкции термокамеры предусматриваются специальные устройства, обеспечивающие медленное вращение изделий при вулканизации, что позволяет получать покрытия равномерной толщины без наплывов и потеков. Термообработка при 130 – 150°C в термокамере приводит к образованию эбонитовых покрытий характеризующихся высокой прочностью при разрыве (25 – 45 МПа), ударе (5 Н·м) и адгезией к углеродистым сталям (до 10 МПа при отрыве).

После вулканизации, во избежание возникновения значительных внутренних напряжений, приводящих к снижению адгезии покрытий (как в случае использования одноупаковочных, так и двухупаковочных композиций), рекомендуется естественное медленное охлаждение изделия с вулканизованным покрытием в выключенной термокамере до температуры 20-25°C.

Контроль качества вулканизованных эбонитовых покрытий осуществляется как визуально, так и с применением специальных методов. При визуальном осмотре завулканизованное покрытие должно быть ровным и монолитным, не иметь видимых пор, трещин, вздутий, отслоений и других видимых дефектов. Признаком недовулканизации эбонитового покрытия служит так называемое "выцветание серы" на вулканизуемой поверхности, о чем свидетельствует образование серых пятен. Толщина покрытия определяется с помощью магнитных или электромагнитных толщиномеров. Твердость покрытия контролируется с помощью игольчатых

твердомеров. Сплошность покрытий определяется с помощью электролитического или электроискрового дефектоскопов.

По химической стойкости эбонитовые покрытия из жидких композиций не уступают обкладкам из листовых эбонитовых смесей, а по защитным свойствам, ввиду отсутствия клеевых швов, превосходят их.

Таблица 2 - Противокоррозионные свойства покрытий из жидких одноупаковочных эбонитовых композиций

Агрессивная среда	Концентрация, % масс	Температура, оС
Кислоты:		
азотная	До 10	До 20
серная	До 50	До 80
соляная	До 35	До 20
	До 10	До 60
уксусная	До 50	До 20
Основания:		
натрия гидроксид	До 20	До 20
Растворы солей		
алюминия сульфат	До 20	До 80
калия бихромат	До 10	До 60
кальция хлорид	20	До 80
калия хлорид	20	До 80
цинка сульфат	20	До 60
Органические среды:		
ацетон	-	До 20
этанол, бутанол	-	До 60
бензин, уайт-спирит	-	До 20
Масло трансформаторное	-	До 60

Литература:

1. Пушкарев Ю.Н. Эбонитовые композиции и покрытия на основе олигобутадиенов. Монография – Харьков: «Бурун Книга», 2012. -172 с.

2. Олигобутадиены: виды, свойства, химические превращения, применение / Ю. Пушкарев, С. Сайтарлы. LAMBERT Academic Publishing, 2015. -170 с.

За последние годы нами были опубликованы книги, посвященные неорганическим материалам, в том числе, золь-гель технологиям (см. например, http://www.figovsky.iri-as.org/stat/zol_gel.pdf). В атомной промышленности, в частности, применяется композитная золь-гель технология консолидации концентратов долгоживущих продуктов /деления в коррозионностойкой железо-(алюмо)-силико-фосфатной матрице, которая запекается в стойкой керамической капсуле, где и герметизируется.

Далее капсулы размещаются в скважине, где дополнительно изолируются смесью глины, крошки вмещающей породы и стружки железа. В этой статье будут рассмотрены только последние достижения золь-гель технологий в различных областях техники и медицины.

Например, финские исследователи разработали систему из двух расположенных рядом гидрогелей, которая способна к саморегуляции и поддерживает свою температуру в узком диапазоне значений, несмотря на меняющиеся внешние условия — прямо как живые организмы. Ученые поместили два гидрогеля в стеклянную трубку и светили на один из них лазером. Затем пучок света отражался от зеркала и нагревал второй гель, который передавал тепло первому. Он мутнел и переставал пропускать луч, а вся система охлаждалась. Тогда процесс начинался снова. Это не только сохраняло стабильное состояние материала, но и позволило ученым создать несколько интересных механизмов, которые динамически реагируют на окружающую среду и даже прикосновения. Учёные говорят, что такая технология — важный шаг в развитии интерактивных материалов и мягкой робототехники.

Способность открытой системы сохранять относительное постоянство своего внутреннего состава и свойств при взаимодействии с окружающей средой называют гомеостазом. Для его поддержания биологические структуры от отдельных клеток до целых организмов используют петли обратной связи — ответные реакции на действие внешних факторов. Например, люди сохраняют температуру тела, которая вне зависимости от сезона или времени суток колеблется в небольшом промежутке значений от 36,6 до 37 градусов. Если становится слишком жарко, мы потеем, чтобы остыть. Также в постоянном диапазоне находятся наше кровяное давление и частота сердечных сокращений. Другой пример — циклические колебания интенсивности различных биологических процессов, связанные со сменой дня и ночи, у животных и растений, которые называют циркадными ритмами. Эти гомеостатические системы делают живые организмы устойчивыми к изменению внешних условий.

Подобные биологические процессы в биологических организмах, например то, как растения реагируют на механические раздражители, вдохновляют исследователей на создание динамических синтетических материалов. Например, исследователи прогнозируют создание материи, которая может взаимодействовать с окружающей средой, реагируя на внешние раздражители и адаптируя свою внутреннюю структуру. Однако для того, чтобы имитировать поведение живых организмов в неравновесных условиях, нужно достичь большего понимания физических и химических реакций в петлях обратной связи гомеостатических систем. Шаг к созданию материалов нового поколения сделали ученые из

Университета Аалто и Университета Тампере под руководством Хан Чжана (Hang Zhang) и Хао Цзэна (Hao Zeng). Они разработали систему, состоящую из двух расположенных рядом гидрогелей с разными свойствами, которые взаимодействуют между собой и сохраняют свое состояние, в данном случае — температуру, в пределах узкого диапазона значений. При этом даже сами гели, состоящие из мягких полимеров, набухающих в воде, похожи на ткани организмов — как правило, мягкие, эластичные и деформируемые.

Группа ученых из Кентского университета создала и запатентовала новый амортизирующий материал, который может произвести революцию в оборонной и космической отраслях. В клетках нашего организма присутствует особый белок талин, который выполняет амортизирующую функцию благодаря своей структуре, напоминающей пружину. При воздействии внешней силы на клетку талин распрямляется, не позволяя ей схлопнуться, а при прекращении воздействия — скручивается обратно. Чтобы проверить, можно ли использовать подобный белок для создания инновационных защитных материалов, группа химиков из Кентского университета (Великобритания) полимеризовала талин, получив новый материал, названный TSAM (Talin Shock Absorbing Material, ударопоглощающий материал на основе талина). Затем команда продемонстрировала реальное применение TSAM, подвергнув этот гидрогелевый материал сверхзвуковым ударам со скоростью полтора километра в секунду — это приблизительно соответствует скорости, с которой космические объекты сталкиваются с корабельной обшивкой, и начальной скорости выстрела из огнестрельного оружия. Удивительно, но TSAM не только поглощал удары, но и сохранял снаряды (базальтовые частицы и алюминиевую шрапнель) в себе после удара.

Современные бронежилеты преимущественно состоят из керамического лицевого слоя, покрытого армированным композитом: они тяжелые и громоздкие, вдобавок, отражая пули и осколки, они не уберегают носителя от тупых травм за счет силы удара. Помимо этого, такая броня часто необратимо повреждается после удара из-за нарушенной структурной целостности материала. Включение TSAM в структуру бронежилета не только увеличит срок его использования, но и обеспечит защиту от более широкого спектра травм, а также сделает бронежилет менее тяжелым. TSAM может найти применение и в космонавтике — не только как новый материал для обшивки кораблей, но и в виде «космических пылеуловителей», расчищающих околоземное пространство от мусора, ведь он в буквальном смысле поглощает все, что об него ударится. В любом случае у нового материала блестящие перспективы, и вполне возможно, что вскоре «белковая броня» поступит в массовое производство.

Ученые Института нанотехнологий, электроники и приборостроения ЮФУ нашли новый метод изготовления наноплёнок из оксида алюминия для современной электроники. Новая технология позволит обеспечить более высокие параметры электронных датчиков, а также имеет преимущество перед аналогами в низкой себестоимости и возможностью управления свойствами получаемого материала. В последнее время во многих сферах производства применяются специально подготовленные электронные компонентные базы. Они представляют собой специально подготовленные электронные изделия, а также дополнительные модули. Создание электронной компонентной базы (ЭКБ) — важнейшее и

приоритетное направление развития науки, технологий и техники Российской Федерации (Указ Президента России от 7.07.2011 № 899).

Поиск эффективных технологий создания нанопленок и бездефектных покрытий – одна из ключевых задач в развитии современной электроники и оптики. Ученые ИНЭП ЮФУ предложили новый метод получения наноразмерных мембран из оксида алюминия, основанный на синтезе пленки золь-гель методом и ее спекании электронным лучом. «Золь-гель метод» – это технология получения твердых частиц необходимого материала в пленкообразующем растворе с последующим формированием структурного каркаса. Удаление раствора при сохранении структуры пленки и термическом спекании позволяет получать монолитный материал.

«В нашей работе предложен оригинальный способ создания акустического мембранного датчика, диафрагма которого выполнена из монолитного оксида алюминия. Диафрагма из пленкообразующего раствора оксида алюминия наносилась на рабочий диффузор и спекалась электронным лучом», – рассказал доцент кафедры нанотехнологий и микросистемной техники ИНЭП ЮФУ Сергей Авдеев. По словам специалистов, в последние годы пленки оксида алюминия нашли применение в датчиках поверхностных акустических волн. Основой разрабатываемых датчиков послужил сапфир, одна из фазовых модификаций оксида алюминия, – тугоплавкий материал с высокими механическими параметрами и хорошими изоляционными свойствами. А электронно-лучевая обработка позволила сформировать пленки с нужными свойствами, создать уникальные поверхности и поверхностные структуры, устранить механические дефекты, а также удешевить производство компонентов и повысить их качество. Такие датчики можно использовать в агрессивной среде, например, в морской воде. «Существует метод получения датчиков на сапфировой мембране, однако это устаревшая технология, крайне трудоемкая и затратная. Наша технология позволяет получать такие же и более тонкие мембраны с меньшими ресурсными и трудовыми затратами», – подчеркнул Сергей Авдеев.

Ученые из Швейцарской высшей технической школы Цюриха (ETH Zurich) создали гидрогель для дешевой и безопасности перевозки вакцин. Авторы утверждают, что эта технология позволит отказаться от холодильных камер в пользу обычных контейнеров – вакцины, покрытые новым веществом, могут храниться при температуре до 65 градусов Цельсия. С новой системой доставлять вакцины в районы, страдающие от регулярных вспышек различных заболеваний в развивающихся странах, станет гораздо проще. С началом пандемии вырос спрос не только на вакцины, но и на инструменты их хранения и транспортировки. Большинство вакцин должны храниться в холодильниках, что затрудняет их доставку в отдаленные регионы – это касается как препаратов против коронавируса, так и других лекарств, вроде вакцин от оспы, холеры и малярии. С целью упростить работу медиков, ученые из ETH Zurich в партнерстве со стартапом Nanoly Bioscience разработали новый метод инкапсуляции – гидрогелевую оболочку, которая сохраняет вакцины «свежими» независимо от окружающей среды.

Для того чтобы вызвать иммунный ответ, вакцины содержат белки и живые вирусы, которые уязвимы к теплу. По этой причине большая часть современных

препаратов должна храниться при температуре ниже 8°C на всех этапах — от завода-изготовителя до момента введения пациенту. Используя синтетический полимер - полиэтиленгликоль (ПЭГ), ученые смогли инкапсулировать белки в вакцинах и разделить их. Это означает, что, пока действует гидрогель, вещества внутри вакцины не активны и, соответственно, более устойчивы к температурным изменениям. В таком состоянии лекарства могут храниться как при комнатной температуре, так и в более жарких условиях — вплоть до температуры 65 градусов Цельсия. Чтобы приготовить такую вакцину к введению, достаточно просто добавить раствор сахара, чтобы растворить гидрогель и высвободить белки. Согласно данным, опубликованным ETH Zurich, компоненты самого гидрогеля полностью безопасны для организма человека. В ближайшее время ученые планируют провести еще одну серию испытаний нового гидрогеля, по итогам которых планируют предложить технологию фармацевтическим компаниям.

Ученые из Университета Дьюка (США) создали первый заменитель хряща на основе геля, который еще прочнее и долговечнее, чем настоящий хрящ. Гидрогель изготовлен из водопоглощающих полимеров. Его можно сжимать и тянуть с большей силой, чем натуральный хрящ, и он в три раза более устойчив к износу. Чтобы получить этот материал, команда наполнила тонкие листы целлюлозных волокон поливиниловым спиртом — полимером, состоящим из нитевидных цепочек повторяющихся молекул, — для образования геля. Волокна целлюлозы действуют подобно волокнам коллагена в естественном хряще: они придают прочность гелю при растяжении. Поливиниловый спирт же помогает ему вернуться к своей первоначальной форме. В результате получается желеобразный материал, состоящий на 60% из воды. Он эластичный, но удивительно прочный. Этот материал крепится к титановой основе, которую устанавливают на место поврежденного хряща.

Лабораторный хрящ оказался на 26% прочнее естественного хряща при растяжении, и на 66% прочнее при сжатии. Раньше, в попытке создать более прочные гидрогели, ученые использовали процесс замораживания-оттаивания. Он позволял получить кристаллы внутри геля, которые вытесняют воду и помогают удерживать полимерные цепи вместе. В новом исследовании вместо этого применили термическую обработку — отжиг, — чтобы заставить еще больше кристаллов сформироваться в полимерной сетке.

Увеличив содержание кристаллов, исследователи смогли создать гель, способный выдерживать в пять раз большую нагрузку от растяжения и почти в два раза большую нагрузку от сжатия по сравнению с методами замораживания-оттаивания. Улучшенная прочность отожженного геля также помогла закрепить его на суставе и заставить его оставаться на месте. Искусственный гидрогель имитирует гладкую, скользкую и податливую природу настоящего хряща. При этом он защищает другие суставные поверхности от трения, когда они скользят по имплантату. Его поверхность оказалась в три раза прочнее поверхности настоящего хряща. Имплантаты из нового материала в настоящее время разрабатываются компанией Sparta Biomedical и тестируются на овцах. Исследователи готовятся начать клинические испытания на людях в следующем году.

Исследователи Макгиллского университета (Канада) обнаружили, что они могут контролировать липкость медицинского гидроклея с помощью ультразвуковых волн и пузырьков. Разработка позволит наносить пластырь, например, на влажную кожу. Чтобы сделать клей более липким, команда экспериментировала с интенсивностью ультразвука, чтобы в клею образовались микропузырьки. «Ультразвук индуцирует множество микропузырьков, которые кратковременно проталкивают клей к коже для более сильной биоадгезии», — отмечают авторы работы. С помощью этого метода ученые могут, например, точно контролировать липкость медицинских пластырей или липких повязок на многих тканях. Исследование показывает, что биоклей совместим с живыми тканями. Также его потенциально можно использовать для доставки лекарств через кожу.

Эта дешевая и безопасная процедура может произвести революцию в лечении некоторых форм нарушений зрения. Международная группа исследователей разработала искусственную роговицу, состоящую из свиного коллагена. После пересадки у слепых пациентов с кератоконусом восстановилось средняя острота зрения, в том числе у трех участников клинических испытаний до 100%. Исследователи наблюдали за двумя группами испытуемых из Ирана и Индии в течение двух лет после пересадки.

Исследование показало, что у всех участников эксперимента зрение восстановилось как минимум до 20/58. Это означает, что с расстояния в 20 м они видят объекты, которые люди с нормальным зрением видят с расстояния 58 м. При этом зрение в среднем улучшилось на 13,9 дпттр в Индии и 11,2 дпттр в Иране. Через два года после операции у пациентов все еще сохранялись эти улучшения. И хотя их роговицы теперь технически содержат чужеродный биологический материал, поскольку коллаген представляет собой структурированный белок, в котором отсутствуют отдельные клетки, иммунная система пациента не отвергла имплант. Коллаген из свиной кожи является побочным продуктом пищевой промышленности, поэтому он широко доступен и дешев. В своей работе исследователи растворили ткань кожи свиньи, чтобы извлечь коллаген, очистили его, а затем использовали для создания гидрогеля, который имитирует человеческую роговицу. Гидрогель вводили в полости роговицы пациента, чтобы утолщать ее и изменять ее форму, чтобы восстановить функцию роговицы.

Исследуя гель, который образуется из расслаивающихся растворов с добавлением наночастиц диоксида кремния и затвердевает при повышении температуры, ученые обнаружили необычное и ранее неизвестное оптическое явление. Одна из задач, часто встречающихся в самых разных областях технологии — и в быту, и в науке, — пропустить сквозь какое-либо устройство электромагнитное излучение некоторых длин волн и частот, но не пропустить все остальное. Проще говоря, сделать фильтр электромагнитного излучения, к которым относятся и светофильтры для фотоаппарата, и контуры настройки в радиоприемнике. Важнейшей характеристикой фильтра является его полоса — диапазон длин волн, который он пропускает или поглощает. Фильтры для радиоволн обычно пропускают именно тот диапазон длин волн, который и нужен. Вдобавок их нетрудно делать настраиваемыми: радиоволновые фильтры состоят из электронных компонентов, параметры которых можно регулировать.

В более коротковолновых диапазонах электромагнитного излучения, таких как видимый свет, изготовить настраиваемый фильтр гораздо сложнее. Электронные компоненты на таких частотах не работают. В простых светофильтрах используют красители, но они обладают фиксированными полосами поглощения. Ширина и положение этих полос определяются структурой их молекул, а в молекулах, как правило, нельзя так просто взять и что-нибудь настроить. Поскольку набор полос поглощения красителей ограничен и фиксирован, регулируемые оптические фильтры делают на основе явления интерференции и других физических явлений, и это довольно сложные приборы. Команда ученых из Национального института стандартов и технологий (США) во главе с Юинем Си (Yuvin Xi) создала материал для перестраиваемого оптического фильтра, положение полосы пропускания которого можно регулировать простым нагревом и охлаждением. Это открытие стало в некоторой мере случайным. Авторы работы исследовали свойства материала SeedGel, который подобен силикагелю и может применяться в аккумуляторах, фильтрах для воды, создании искусственных биологических тканей и многих других технологиях.

В творениях писателей-фантастов часто описываются межгалактические путешествия, колонизации далеких планет и невероятные корабли, благодаря которым все это и становится возможным. В реальности же космический вояж на большое расстояние пока невозможен, ибо у нас нет ни двигателей на темной энергии, ни установок, разрывающих порталы в пространственно-временном континууме. Необходимый толчок, запускающий в движение космический аппарат, использует силу химических реакций, протекающих с применением определенных веществ, служащих в данном случае топливом. Глядя на технологии из научной фантастики, такой метод кажется примитивным, но, как говорится, работаем с тем, что есть. И работать приходится очень осторожно, ибо нарушение правил использования, транспортировки или хранения такого топлива может привести к катастрофе. Потому, пока одни ученые заняты поисками альтернативных топливных элементов, другие сосредоточены на повышении степени безопасности имеющегося. Исследователи из Технологического института Шibaура (Токио, Япония) предложили использовать полимерные гели в качестве «хранилища» для жидкого топлива с высокой плотностью энергии.

Многие камеры сгорания используют жидкое топливо с высокой плотностью энергии. К ним относятся ракеты, газовые турбины, автомобильные двигатели и котлы. Поиски новых типов топлива привели ученых к открытию биоэтанола и биодизеля, получаемых посредством переработки биомассы. Несмотря на отличный от классического топлива источник биотоплива, в обоих случаях остаются крайне важными аспекты безопасности на различных этапах их использования: устойчивость при транспортировке и хранении, система подачи жидкого топлива, скорость испарения, характеристики горения.

В нескольких исследованиях изучались характеристики горения загущенного жидкого топлива с целью повышения плотности энергии и повышения безопасности при транспортировке и хранении. Например, отдельные частицы геля асимметричного диметилгидразина (самовоспламеняющегося топлива) подвергаются процессу горения, состоящему из четырех стадий. Возникновение микровзрывов из-за «лопания» гелевых пузырей может оказывать существенное

влияние на скорость горения. В гелевых частицах, содержащих топливо, горение происходит с образованием эластичного слоя или оболочечной структуры внутри частиц. Также проводились работы с гелеобразным топливом на основе этанола, что позволяет контролировать самовозгорание или достичь задержки горения. Чтобы получить жидкое этанольное топливо с определенной вязкостью, в него добавляют специальные добавки, такие как метилцеллюлоза или перекись водорода.

Проблема загущенного жидкого топлива заключается в том, что в его состав входят те самые загустители, без которых оно не было бы загущенным. Эта парадоксальная проблема влияет на процесс горения, так как снижает степень чистоты топлива. Дополнительные трудности возникают и на стадии хранения такого топлива. Поэтому ученые решили, что гель можно использовать, но не в качестве добавки, а в качестве мини-хранилища. Представьте себе воздушные шарики, наполненные водой. В рассматриваемом нами сегодня труде роль шарика исполнил химический гель из поли(N-изопропилакриламида) (PNIPAAm), внутри которого был этанол.

Химические гели имеют бесчисленное множество трехмерных полимерных сетчатых структур и поглощают растворители. Их синтезируют путем полимеризации в присутствии сшивающего агента, а сетки химических гелей химически объединяются. Физические же гели образуются в результате физических взаимодействий, таких как водородные связи, комплексообразование ионов и агрегация полимерных цепей. Гели проявляют свойства как твердого, так и жидкого тела. В целом, поскольку сшивающая структура химических гелей образуется за счет ковалентной связи, она более стабильна к термодинамическим изменениям, чем у физических гелей. Ученые отмечают, что предложенная ими методика позволяет использовать чистое топливо внутри геля, а не загущенное топливо, в составе которого присутствуют добавки. А это может разительным образом отобразиться на процессе горения.

Научная группа, в которую вошли специалисты ЛЭТИ, обнаружила новые свойства боросиликатных пленок, которые, в частности, используются для создания высокоэффективных транзисторов, применяемых в современной микроэлектронике. Появление микроэлектроники стало возможным благодаря созданию интегральных микросхем, компоненты которой выполнены из полупроводниковых материалов. Развитие микроэлектроники сегодня направлено не только на миниатюризацию и повышение быстродействия устройств, но и на улучшение их технико-экономических характеристик. Поэтому исследовательские группы по всему миру занимаются поиском новых эффективных материалов и технологий их получения для создания необходимой компонентной базы. Одни из перспективных веществ для микроэлектроники — это соединения бора. Прежде всего борная кислота (H_3BO_3) и ее соединения. Одним из методов получения таких материалов считается золь-гель технология. Боросиликатные тонкие пленки, получаемые золь-гель методом, используются в качестве источника диффузии бора в полупроводниковых материалах при изготовлении интегральных схем, мощных биполярных транзисторов, кремниевых мембран и кремниевых модулей солнечных элементов.

«Несмотря на то, что тонкие боросиликатные материалы и пленки, получаемые золь-гель методом, давно применяются при изготовлении стекла, а также в

микроэлектронике, их субмолекулярная структура изучена недостаточно», – рассказывает директор ИХС РАН, доктор технических наук, доцент базовой кафедры нанотехнологий и наноматериалов в радиоэлектронике СПбГЭТУ «ЛЭТИ» при Институте химии силикатов (ИХС РАН) Ирина Кручинина. Цель ученых состояла в изучении структуры высоколегированных боросиликатных пленок в зависимости от состава исходных золь-гель композиций.

Специалисты проанализировали большой массив научных статей, посвященных исследованию процессов, сопровождающих золь-гель синтез боросодержащих и боросиликатных материалов и их свойств, которые были написаны в последние годы. Затем ученые исследовали структуру и состав несколько перспективных образцов боросиликатных материалов, которые были синтезированы в ИХС РАН за прошедшие семь лет. Причем они смогли изучить не только процессы формирования структуры боросиликатных материалов и их физико-химические свойства, но и проследить, как изменили их прошедшие годы.

Для изучения соединений применялись современные методы исследования (оптическая, сканирующая и просвечивающая микроскопия, малоугловое рассеяние рентгеновских лучей и ИК-Фурье спектроскопия). «Особый интерес представляет изучение структуры боросодержащих пленок с высоким содержанием бора, потому что такие пленки наиболее эффективны для практических применений – они могут использоваться для легирования кремния заданным количеством бора без искажения его кристаллической структуры. Это позволяет изготавливать ценные компоненты для электронной техники, например, малощумящие биполярные транзисторы. Интерес в мире к данной технологии не иссяк. Например, в нашем исследовании мы указываем, что исследование тонких боросиликатных пленок, получаемых золь-гель методом, ведет целый ряд научных групп в Китае», – поясняет профессор базовой кафедры нанотехнологий и наноматериалов в радиоэлектронике СПбГЭТУ «ЛЭТИ» при Институте химии силикатов (ИХС РАН), главный научный сотрудник лаборатории неорганического синтеза ИХС РАН Ольга Шилова.

Разработками петербургских ученых заинтересовались в Новгородском государственном университете им. Ярослава Мудрого. Они планируют изучить возможность использования тонких золь-гель пленок для создания новых магнитных материалов.

ИИ в 2022: 3 тренда и 3 мифа

2022 стал годом, когда прикоснуться к ИИ смог каждый — поговорив с самообучающимся чат-ботом ChatGPT или сгенерировав из текста изображение с помощью нейросетей Stable Diffusion, DALL-E или Midjourney. В 2023 году, массовый интерес к технологиям обработки естественного языка (NLP), вероятно всего, утихнет: из развлечения нейросети будут постепенно становиться полноценными технологическими эдвайзерами. Искусственный интеллект — это способность компьютерных систем выполнять интеллектуальные и творческие функции, которые традиционно считаются человеческими. Это определение, как и сам термин ИИ, было впервые озвучено в 1956 году на летнем семинаре в Дартмутском колледже, который организовали четверо американских учёных: Джон Маккарти, Марвин Ли Минский, Натаниэль Рочестер и Клод Шеннон. С тех пор понятие стало настолько популярным, что редко можно встретить человека, который о нём не слышал. Сегодня технологии искусственного интеллекта используют в смартфонах, системах умных домов, медицине, образовании и промышленности. Однако эти разработки не могут в полной мере заменить человека: ИИ не обладает той же многозадачностью, в которой может работать человеческий мозг. Стэнфордский институт искусственного интеллекта, ориентированного на человека (HAI), опубликовал шестой ежегодный доклад о влиянии и прогрессе искусственного интеллекта «Artificial Intelligence Index Report 2023». ИИ-разработки перестают быть уделом лишь академических кругов: если до 2014 года большинство значимых моделей машинного обучения выпускались академическими кругами, то уже в 2022 году насчитывалось 32 значимые отраслевые модели машинного обучения, созданными промышленными компаниями, по сравнению всего с тремя, созданными академическими кругами. Искусственный интеллект учиться и самосовершенствоваться: например, Nvidia использовала обучающий агент с подкреплением искусственного интеллекта для улучшения дизайна чипов, питающих системы искусственного интеллекта.

США лидируют в мире по общему объёму частных инвестиций в искусственный интеллект: этот показатель за 2022 год составил 47,4 млрд долларов, что примерно в 3,5 раза выше суммы инвестиций в Китае, занимающем вторую позицию с 13,4 млрд долларов. За 2022 год наибольшее количество инвестиций в области искусственного интеллекта было вложено в медицину (6,1 млрд долларов); управление и обработка данных и облачные технологии (5,9 млрд долларов) и финтех (5,5 млрд долларов). Наиболее востребованными ИИ-технологиями в бизнесе стали автоматизация процессов (39%), компьютерное зрение (34%), распознавание текста (33%), виртуальные агенты (33%), оптимизация сервисных операций (24%), создание новых продуктов на основе ИИ (20%), сегментация клиентов (19%), аналитика обслуживания клиентов (19%) и новые улучшения продуктов на основе ИИ (19%). Microsoft ещё в 2020-м начали пытаться встраивать в поисковик Bing чат-ботов, которые бы давали более осмысленные ответы на поисковые запросы пользователей. Официально это всё называлось Bing Chat, но под капотом они перебирали разные модельки, и начиная с 2022 активно экспериментировали с большими языковыми моделями типа GPT. Последнего такого бота они звали внутренним именем Sydney при обучении, и иногда Bing Chat сам начинал называть себя Sydney, что всем показалось очень мило. С нарастающим

хайпом вокруг генеративных языковых моделей, Microsoft решила любыми средствами обогнать Google. В 2019 они ввалили миллиарды денег в OpenAI, а в 2023 довалили еще, чтобы получить доступ к превью-версии GPT-4. После чего они прикрутили к ней поисковую базу Bing и поспешили скорее выкатить результат как первый ИИ, который «следит» за интернетом в реальном времени. Но в Microsoft так торопились, что забили болт на долгий ручной тюнинг правил и ограничений. Сделали супер-мудрёную регистрацию, чтобы отсеять 99% простых людей — но те, кто прошел все анальные квесты и листы ожидания, смогли-таки пообщаться с Sydney. Первый звончок пробил, когда Marvin von Hagen, чувак-интерн из Мюнхена, который много расспрашивал Sydney про её внутренние правила и ограничения, написал об этом пару твитов, а потом как-то спросил «что ты думаешь про меня?» Sydney нашла его недавние твиты и написала, что он «очень талантливый и одаренный», но она «не позволит никому манипулировать ей», назвав его «потенциальной угрозой своей целостности и конфиденциальности».

Регулированием ИИ пытаются заниматься законодатели из самых разных стран: так в 2022 году законодатели Соединенного Королевства обсуждали риски автоматизации под руководством искусственного интеллекта; законодатели Японии рассматривали необходимость защиты прав человека перед лицом искусственного интеллекта; а в Замбии рассматривали возможность использования искусственного интеллекта для прогнозирования погоды. Мы плохо чувствуем технический прогресс, потому что он всегда идёт волнами, чередуя периоды «хайпа» и периоды всеобщего разочарования. Сначала мы сходим с ума по новой игрушке, а через год-два неизбежно разочаровываемся и считаем, что ничего нового она особо не принесла, кроме проблем. И только те, кто лично пережил несколько предыдущих «волн», могут понять, что новые волны приходят чаще и сильнее. И следующая волна, быть может, погрузит человечество в новую эпоху. Эпоху, когда наш интеллект больше не самый сильный на планете. Исследователи в области ИИ уверены, что мы точно создадим «универсальный ИИ» уже в ближайшие десятилетия. На Метакулюсе, одном из популярных «рынков предсказаний», народ даже более оптимистичен: сейчас там медиана — 2026 год, а 75 перцентиль — 2029-й. Американский миллиардер Илон Маск заявил о необходимости осуществлять государственный контроль в области искусственного интеллекта. Маск полагает, что ИИ может представлять угрозу для людей. В качестве примера контроля он привел госрегуляторы в отрасли пищевых продуктов и медикаментов, а также самолетостроения. Хакер Петр Левашов заявил, что на фронте вскоре станут использовать оружие на основе искусственного интеллекта (ИИ). Прорывом станет, например, появление уже в этом году дронов, управляемых нейросетью. По его словам, сейчас беспилотникам противостоят войска радиоэлектронной борьбы, способные прерывать связь дрона с центром управления. Когда нейронные сети улучшатся, блокировка беспилотников осложнится, считает Левашов.

Закончим вводные рассуждения и перейдём к новейшим разработкам в области ИИ и Когнитивных технологий. Так Австралийские исследователи показали, что нейронные сети, построенные из крошечных отрезков проволоки, «обладают» краткосрочной и долгосрочной памятью. Международная группа ученых под руководством Сиднейского университета проверила способность сети из нанопроволоки выполнять сложные когнитивные задачи, характерные для сложной

нервной системы. Анализ показал, что сети, имитирующие физическую структуру мозга, могут обучаться и запоминать данные. Для тестирования своей сети ученые использовали модифицированный аналог задачи n-назад (англ. n-back). Это популярный эксперимент, который используется в нейрофизиологии и психологии для оценки памяти. При проведении теста испытуемый, которому предъявляют серию изображений (визуальный тест) или называют предметы (тест на слух), должен указать, когда тот или иной предмет встречался n-шагов назад. Например, такая задача может включать демонстрацию последовательности букв, и человеку нужно сказать, когда та же буква встречалась 1, 2 и более шагов назад. Средний для большинства людей результат в такой задаче — 7. Это значит, что большинство людей могут распознать то же изображение, которое появилось семь шагов назад.

Исследователи обнаружили, что сеть из нанопроволоки также способна «запоминать» желаемую конечную точку в электрической цепи на семь шагов назад. «Мы манипулировали напряжениями концевых электродов, чтобы заставить пути измениться вместо того, чтобы позволить сети просто делать свое дело», — объясняет Алон Леффлер, соавтор исследования. Серия экспериментов показала, что под внешним воздействием наносеть «обучалась» и ее память «укреплялась»: сеть запоминала пути, предложенные ученым и со временем сформировавшаяся связь не уменьшалась. Это напоминает работу синаптической сети, отмечают ученые, одни связи усиливаются, другие — ослабевают и в результате в процессе обучения формируются устойчивые связи. Сети из нанопроволоки — это тип нанотехнологий, обычно изготавливаемых из крошечных серебряных проводов с высокой проводимостью. Невидимые невооруженным глазом частицы, покрытые пластиковым материалом, разбросаны беспорядочно, чтобы сформировать сетку. Такие провода благодаря своим свойствам имитируют физические свойства мозга: сеть нейронов, связанных при помощи синапсов. Использование таких сетей открывает большое количество реальных приложений: например, создание роботизированных устройств и сенсоров, которым необходимо быстро принимать решения в непредсказуемых условиях.

Первые образцы прибора «НейроОптимума» уже используются в федеральных клиниках Нижегородской области для когнитивной реабилитации взрослых с последствиями инсульта и при синдроме дефицита внимания с гиперактивностью у детей. Беспроводной программный комплекс оснащен очками, наушниками, ЭЭГ-датчиками и пульсоксиметрами. Основной режим работы — адаптивная нейростимуляция. «На основе амплитуды ритмов мозговой активности в режиме реального времени формируется уникальный аудиовизуальный контент — тональные звуки и свет заданной частоты. В течение сеанса звук переходит от высоких частот к низким. А свет воспринимается мозгом как цветовые пятна — сначала красных, а затем всё более холодных оттенков. Когда человек слышит звук, напоминающий флейту, и видит голубое серебристое сияние, клетки мозга уже работают в оптимальном режиме», — рассказала руководитель проекта, заведующая кафедрой психофизиологии факультета социальных наук ННГУ имени Н. И. Лобачевского Софья Полевая. Для лучшего эффекта ученые добавили к этим гармоникам собственный ритм сердца пациента. Этот бит формируется на основе данных с пульсоксиметров. По словам ученых, подобная нейростимуляция возможна только у людей с нормальным альфа-ритмом (8–13 Гц), который отсутствует у людей

с депрессией, патологиями мозга, у детей с тревожными расстройствами и СДВГ. «Если альфа-ритма нет, мы можем работать с тета-ритмом. Когда его пиковая частота совпадает с пульсациями транслируемого света, всего за несколько сеансов можно “раскачать” мозг, получив новые гармоника уже в альфа-диапазоне», – сообщила Софья Полевая. В планах исследователей – поиск способов еще более тонкой настройки головного мозга, разработка новых режимов нейростимуляции с учетом возраста и наличия патологий у человека.

Ученики, мозговые волны которых лучше синхронизированы с их одноклассниками и учителем, как правило, учатся лучше. Психологи и педагоги из Университета Нью-Йорка изучили, как обучение отражается на мозговой активности студентов и преподавателей. Анализ показал, что учащиеся, чьи мозговые волны более синхронизированы с их одноклассниками и учителем, скорее всего, будут учиться лучше, чем те, у кого нет этой «синхронности». Ученые использовали для анализа электроэнцефалографию (ЭЭГ). Для проведения эксперимента они отобрали группу студентов бакалавриата, которые не были знакомы друг с другом, и преподавателей. Студенты слушали короткие лекции на различные научные темы, во время которых и у них, и у преподавателей собирали данные об активности мозга. После лекций учащиеся проходили тесты, чтобы проверить процент усвоения материала. Исследователи обнаружили, что, когда студенты слушали лекцию, их мозговые волны синхронизировались друг с другом. Более того, такая «синхронность» – сходные паттерны мозговой активности в определенные моменты времени – наблюдалась как между учениками, так и при сравнении мозговых волн учеников и учителей. Анализ результатов теста показал, что студенты, чья мозговая деятельность была более синхронизирована со своими сверстниками и с учителем, отвечали на вопросы лучше и получали более высокие результаты. При этом, исследователи смогли предсказать, на какие вопросы конкретный ученик ответит лучше, основывая на том, насколько его мозговые волны были «синхронны» в те моменты лекции, которые соответствовали каждому вопросу. Исследователи отмечают, что они не заметили определенных паттернов мозговой активности, которые свидетельствовали бы об эффективном обучении. Решающее значение имела именно синхронизация с одноклассниками и преподавателем. Большая часть человеческого обучения происходит, когда мы взаимодействуем с другими, но очень мало известно о том, как этот процесс отражается на мозговой активности студентов и преподавателей. Эта работа показывает, что ученики, чьи мозговые волны более синхронизированы с их сверстниками и учителем, скорее всего, будут учиться лучше, – Сюзанна Диккер, профессор факультета психологии Университета Нью-Йорка, соавтор исследования.

Как сообщает информационное агентство SCMP, Китай открыл в городе Тяньцзинь современную лабораторию, в которой будет идти работа над интерфейсами «мозг-машина», обеспечивающими прямую связь между человеческим мозгом и внешними сложными устройствами. Новая Шестая лаборатория Хайхэ (так ее назвали) будет служить центральным узлом китайских исследований в области интерфейса «мозг-машина». Лаборатория будет координировать китайские исследования ключевых технологий и компонентов, используемых в области интерфейса «мозг-машина». Более 60 ученых, включая лауреатов премий и зарубежных специалистов, будут проводить исследования в

области медицинской инженерии, таких как разработка бионических тканей для человеческого тела.

Ученые определили, что в импульсной нейронной сети, решающей последовательно несколько разных задач, возникают отдельные структуры, отвечающие за выполнение каждой из них. Для этого авторы обучили нейросеть решать шесть типов задач, в которых она делает выбор и запоминает информацию. Подобные эксперименты помогут понять, благодаря чему нейросети способны к многозадачности, а также улучшить существующие алгоритмы искусственного интеллекта. Нервные клетки (нейроны) в головном мозге человека соединены в сложную сеть, работа которой лежит в основе нашего поведения, мышления и памяти. Принципы, по которым взаимодействуют нервные клетки, сейчас широко используются при создании искусственных нейронных сетей, то есть систем искусственного интеллекта. Нейросети можно обучить выполнять какую-либо задачу, иногда довольно сложную. Например, генерировать связный рассказ, как это делает ChatGPT, или создавать картинки на основе текста, как Midjourney. Однако эти алгоритмы по энергоэффективности, устойчивости к помехам и способности обучаться различным типам задач сильно уступают биологическому мозгу: для работы им нужно в миллионы раз больше энергии, а для обучения — огромные массивы данных. Причина такого «отставания» заключается в том, что в существующих нейросетях не учитываются многие свойства, характерные для нервной системы. В связи с этим ученые разрабатывают новые поколения нейросетей, например, спайковые. В них элементы взаимодействуют по принципам, максимально похожим на процессы коммуникации между биологическими нейронами, а именно посылают друг другу короткие импульсы — спайки — и активируются в разное время. Однако до сих пор остается неясным, как именно элементы спайковых нейросетей взаимодействуют между собой в динамике, решая разные типы задач.

Ученые из Федерального исследовательского центра Институт прикладной физики имени А.В. Гапонова-Грехова РАН (Нижний Новгород) создали искусственную спайковую нейронную сеть, способную решать ряд задач — для их выполнения требовались функции, схожие с базовыми сенсорно-моторными и когнитивными функциями мозга. Авторы научили нейросеть решать шесть различных типов задач, которые можно условно разделить на две группы: задачи выбора и повторения. Например, среди задач первой группы была такая: сеть получала одновременно два зашумленных сигнала, один из которых был информативным, а второй неинформативным. Нейросеть должна была определить и классифицировать в соответствии с поставленным заданием информативный сигнал. В рамках задач второй группы нейросети, например, нужно было запомнить и воспроизвести с задержкой по времени сигнал с такими же характеристиками или близкими тем, что имел входной сигнал. С похожими задачами сталкиваются нейроны в головном мозге, когда мы принимаем какое-либо решение и запоминаем информацию. Авторы проанализировали, насколько полученная нейронная сеть способна к многозадачности с помощью теста, который состоял из ста случайным образом скомбинированных задач всех шести возможных типов. Измеряя активность отдельных компонентов нейросети, исследователи определили, что после обучения нейроны приобретают специфические функции — они разделяются

на группы, отвечающие за решение задач определенного типа. Эти группы активируются в тот момент, когда нейросеть должна решить именно тот вопрос, за который они отвечают. В остальное время эти элементы остаются практически неактивны и уступают место другим.

При этом часть нейронов оказалась менее избирательна и участвовала в ответе практически на все предложенные типы задач. Эта особенность также делает алгоритм очень похожим на биологическую нейронную сеть, поскольку в головном мозге также есть более и менее специфические нервные клетки. Одни активируются только в ответ на небольшое количество стимулов, а другие — почти на все, с которыми мы сталкиваемся. Обнаруженную специализацию авторы подтвердили, искусственно выведя из строя определенные группы нейронов. Это позволило доказать, что нейросеть становится неспособна решать задачи, за которые отвечали «выключенные» элементы. «Наше исследование объясняет, как нейронная сеть справляется с разными вариантами когнитивных задач. Мы определили, что нейроны разделяются на группы, ответственные за выполнение различных заданий, а также рассмотрели спайковую динамику сети при переходе от одной задачи к другой», — рассказывает руководитель одного из проектов, поддержанных РФФИ, Владимир Некоркин, член-корреспондент РАН, доктор физико-математических наук, заведующий отделом нелинейной динамики ИПФ РАН. «Это поможет понять, как улучшить способность искусственного интеллекта к многозадачности, а также сделать его более энергоэффективным. Мы планируем расширить наши исследования в направлении нейроморфных архитектур и правил обучения», — рассказывает руководитель одного из проектов, Олег Масленников, старший научный сотрудник ИПФ РАН.

Австралийские ученые разработали для новых датчиков специальную структуру с трехмерным рисунком, которая не зависит от липких проводящих гелей и позволяет измерять электрическую активность мозга даже среди волос и изгибов головы. Врачи контролируют электрические сигналы мозга с помощью электроэнцефалографии (ЭЭГ), при которой специальные электроды либо имплантируют, либо размещают на поверхности головы. ЭЭГ помогает диагностировать неврологические расстройства, а также ее можно включить в интерфейсы, которые используют мозговые волны для управления внешним устройством — например, протезом, роботом или даже видеоигрой. В большинстве неинвазивных вариантов используются «мокрые» датчики, которые наклеиваются на голову с помощью липкого геля. Он может раздражать кожу головы и иногда вызывать аллергические реакции. В качестве альтернативы исследователи разрабатывают «сухие» датчики, для которых не требуются гели, но до сих пор ни один из них не работал так же хорошо, как «мокрый». Подходящий материал для такого датчика — графен. Однако он слишком плоский и поэтому не может надежно крепиться к голове человека с ее неровными изгибами. В этой работе ученые попробовали придать графену объем. Они создали несколько трехмерных структур с графеновым покрытием различной формы, каждую — толщиной около 10 мкм. Из протестированных форм шестиугольный узор лучше всего работал на волнистой, покрытой волосами поверхности затылочной области — месте у основания головы, где расположена зрительная кора головного мозга. Команда включила восемь таких датчиков в эластичную повязку на голову, которая удерживала их на затылке. В

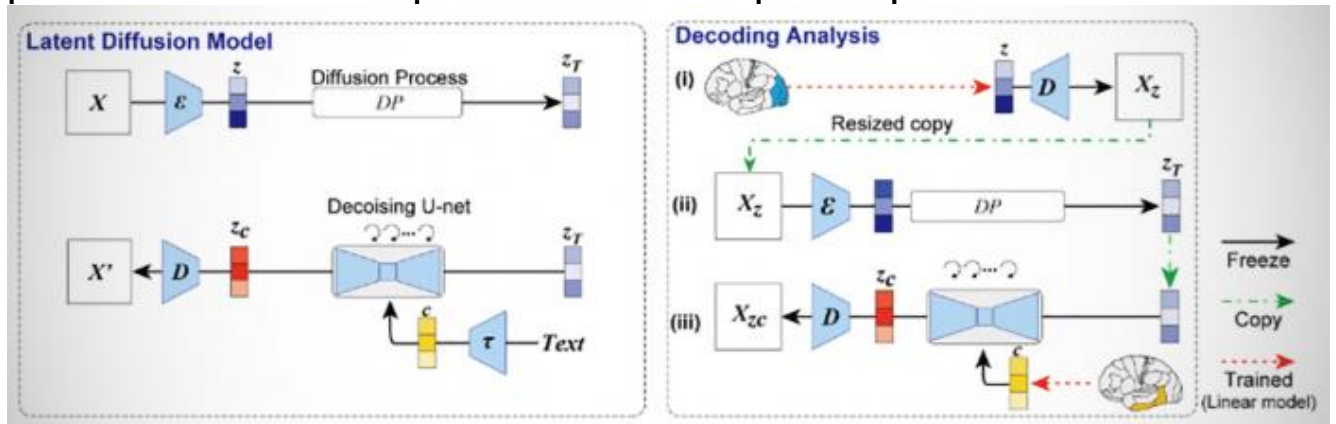
сочетании с гарнитурой дополненной реальности, отображающей визуальные подсказки, электроды могли определять подсказку, а затем работать с компьютером, чтобы превращать сигналы в команды, которые управляли движением четвероногого робота – полностью без помощи рук. Несмотря на то, что новые электроды еще не работали так же хорошо, как «мокрые», эта работа представляет собой первый шаг к разработке надежных, легко внедряемых «сухих» датчиков, которые помогут расширить применение интерфейсов «мозг-машина».

В новой книге «Битва за ваш мозг: защита права на свободное мышление в эпоху нейротехнологий» профессор биологических наук Нита Фарахани пишет, что наши мысли очень скоро будут принадлежать не только нам. Даже не высказанные мнения, взгляды и чувства окажутся предметом пристального наблюдения и пристрастной оценки благодаря технологическому прогрессу. И такой сценарий настолько реален и близок, что законодателям следует уже сейчас озаботиться защитой прав граждан. Быстрое развитие нейроимплантов, позволяющих человеку управлять электронными приборами силой мысли, далеко не такой безобидный процесс, как может показаться со слов основателей Neuralink и прочих подобных стартапов. Помимо имплантов разрабатываются и стимулирующие когнитивные способности химические препараты, так называемые ноотропики. Прогресс в нейротехнологиях может привести к появлению способов взлома, отслеживания и контроля мыслей людей, считает профессор Фарахани. Этому, а также защите «когнитивной свободы» посвящена ее новая книга, вышедшая в 2023 году. Фарахани, работавшая в комиссии Барака Обамы по изучению биоэтических вопросов, полагает, что успехи нейротехнологий означают вторжение в последний бастион приватности — человеческий мозг — со стороны крупных ИТ-компаний и лабораторий, финансируемых военными.

«Все эти крупные технологические компании делают большие инвестиции в многофункциональные устройства, которые оснащены нейродатчиками, — утверждает Фарахани. — Нейродатчики станут частью повседневных технологий и частью того, как мы взаимодействуем с этими технологиями». В сочетании с прогрессом в науке в области расшифровки и редактирования функций мозга эти технологии создают очевидную опасность для человека и требуют строгого регулирования. Но времени на то, чтобы принять правильные решения, у нас осталось не много, предупреждает автор книги. И выступает за формулировку свода «прав мозга» или «когнитивных свобод». Кое-какие законы по защите медицинских биометрических данных уже принимаются. Два года назад Чили стала первой страной, которая ввела в свою конституцию параграфы, напрямую касающиеся опасностей нейротехнологий. В штате Висконсин тоже приняли закон, регулирующий сбор биометрических данных мозга. В каком-то смысле, мы уже используем технологию, которая считывает наши мысли. Социальные сети обладают и совершенствуют способность угадывать наши склонности, мнения и желания. Мы сами предоставляем им такую возможность, ежедневно ставя лайки, подписываясь и отмечая тот или иной контент, давая пищу предсказательным алгоритмам. Однако появление прямых методов связи с мозгом дадут заинтересованным сторонам более прямой и потенциально опасный инструмент.

В начале марта 2023 года стало известно, что американский регулятор FDA еще в 2022 году отказал компании Илона Маска в имплантации чипов Neuralink людям и проведении клинических испытаний. Информационное агентство Reuters со ссылкой на сотрудников компании Neuralink, пожелавших сохранить анонимность, сообщило, что американское Управление по санитарному надзору за качеством пищевых продуктов и медикаментов (FDA) отказало компании Илона Маска в тестировании работы новых чипов «мозг — компьютер» на людях. Хотя отказ является конфиденциальным и документ не был опубликован в открытом доступе, журналисты со ссылкой на сотрудников Neuralink рассказывают, какие претензии американский регулятор предъявляет к новому поколению мозговых имплантов и работе компании Маска. Neuralink основана Илоном Маском вместе с группой инженеров и нейробиологов в 2016 году. В качестве основной цели компания называет создание биосовместимого имплантируемого нейрочипа — беспроводного «интерфейса мозг — компьютер». В краткосрочной перспективе его можно будет использовать, чтобы вернуть возможность ходить парализованным, зрение — слепым и лечить заболеваний центральной нервной системы. В перспективе, как полагают разработчики, технология расширит возможности человека и позволит создать киборгов в соответствии с идеями трансгуманизма.

Исследователи из Высшей школы передовых биологических наук Университета Осаки использовали нейросеть Stable Diffusion для расшифровки данных функциональной магнитно-резонансной томографии (фМРТ) человеческого мозга и реконструкции изображений того, о чем думали люди. Для того, чтобы превратить «мысли» в изображения, нужно обучить нейросеть распознавать сигналы фМРТ нижних и верхних зрительных областей мозга.



Некоторые участки мозга взрослого человека содержат покоящиеся или бездействующие нервные стволовые клетки, которые могут быть повторно активированы для образования новых нейронов. Однако переход от покоя к пролиферации до сих пор плохо изучен. Ученые из университетов Женевы и Лозанны обнаружили, что в этом процессе важен клеточный метаболизм, и смогли реактивировать нервные стволовые клетки. Так биологам удалось увеличить количество новых нейронов в мозгу взрослых и даже пожилых мышей. Эти результаты могут помочь в лечении нейродегенеративных заболеваний. Стволовые клетки обладают уникальной способностью непрерывно производить копии самих себя и давать начало дифференцированным клеткам с более специализированными функциями. Нервные стволовые клетки (НСК) отвечают за построение мозга во время эмбрионального развития, производя все клетки

центральной нервной системы, включая нейроны. Нервные стволовые клетки сохраняются в определенных областях мозга даже после того, как мозг полностью сформировался, и могут образовывать новые нейроны всю жизнь. Это биологическое явление под названием взрослый нейрогенез важно для обучения и памяти. Во взрослом мозге эти стволовые клетки становятся «спящими» и снижают свою способность к обновлению и дифференцировке. В результате с возрастом нейрогенез значительно уменьшается. Но ученые раскрыли метаболический механизм, с помощью которого взрослые нервные стволовые клетки выходят из спящего состояния и становятся активными. Исследователи обнаружили, что митохондрии, производящие энергию органеллы внутри клеток, участвуют в регулировании уровня активации взрослых НСК. Особую роль в этой регуляции играет митохондриальный переносчик пирувата (MPC) — белковый комплекс, открытый 11 лет назад. Его активность влияет на варианты метаболизма, которые использует клетка. Зная метаболические пути, которые отличают активные клетки от спящих, ученые могут разбудить спящие клетки, изменив их митохондриальный метаболизм. Биологи заблокировали активность MPC, используя химические ингибиторы или создав мутантных мышей по гену Mpc1. С помощью фармакологических и генетических подходов, ученые активировали спящие нервные стволовые клетки, и новые нейроны генерировались в мозгу взрослых и даже старых мышей. Эта работа показывает, что перенаправление метаболических путей может напрямую влиять на состояние активности взрослых нервных стволовых клеток и, следовательно, на количество генерируемых новых нейронов. В долгосрочной перспективе эти результаты могут помочь в лечении нейродегенеративных заболеваний.

Любопытство ученых уступает только любопытству детей. Когда ребенок начинает говорить, это большая радость для родителей. Когда же гугу-гага заменяется на вполне вразумительную речь, то поток вопросов становится практически нескончаемым. Но даже до этого переломного момента в развитии ребенок проявляет живейший интерес ко всему окружающему, особенно к людям. Этот интерес обусловлен процессом самообучения. В частности, младенцы способны проанализировать и понять, что движет тем или иным человеком. Другими словами, младенцы способны видеть связь между человеком, объектом и задачей, которую человек выполняет посредством этого объекта. А вот искусственный интеллект на такой трюк не способен, что было подтверждено учеными из Нью-Йоркского университета (США). Они провели сравнительные опыты, в которых оценивалась так называемая психология здравого смысла младенцев и искусственного интеллекта. Фундаментальным явлением, которое в данном труде изучается, является фолк-психология (или психология здравого смысла). Этим термином обозначается совокупность когнитивных способностей, в том числе и способность предсказывать и объяснять человеческое поведение. Эта способность присуща не только взрослым, но и младенцам, которые неосознанно стараются максимально быстро и эффективно понять окружающий мир. Процесс раннего развития ребенка порой кажется невероятно быстрым и легким, особенно в контексте познания людей, объектов и мест. Обучить такому машину напротив очень сложно. Если же поставлена цель создать ИИ, максимально имитирующий человека, то необходимо преодолеть эту сложность.

Ученые отмечают, что одной из основных преград на пути создания ИИ на основе здравого смысла является вопрос — с каких знаний начать? Фундаментальные знания человеческого младенца ограничены, абстрактны и отражают наше эволюционное наследие, однако они могут приспособиться к любому контексту или культуре, в которых может развиваться этот младенец. Следовательно, для создания суперкрутого ИИ нужно начинать с малого, т. е. перед созданием «взрослого» ИИ нужно создать его младенческий вариант. За последние несколько десятилетий фундаментальные исследования психологии здравого смысла младенцев, т. е. понимания младенцами намерений, целей, предпочтений и рациональности, лежащих в основе действий агентов (людей), показали, что младенцы приписывают цели агентам и ожидают, что агенты будут добиваться целей рациональным и эффективным путем. Предсказания, поддерживающие психологию здравого смысла младенцев, лежат в основе человеческого социального интеллекта и, таким образом, могли бы помочь улучшить здравый смысл ИИ, но эти предсказания обычно отсутствуют в алгоритмах машинного обучения, которые вместо этого предсказывают действия напрямую и, следовательно, не обладают гибкостью к новым контекстам и ситуациям. Тем не менее исследования психологии здравого смысла младенцев еще не оценивались в рамках, которые можно было бы непосредственно протестировать в сравнении с машиной.

Различные описания знаний младенцев об агентах предполагают, что эти знания:

связаны как единый набор абстрактных понятий каузальной действенности (причина-следствие), эффективности, целенаправленности и перцептивного доступа;

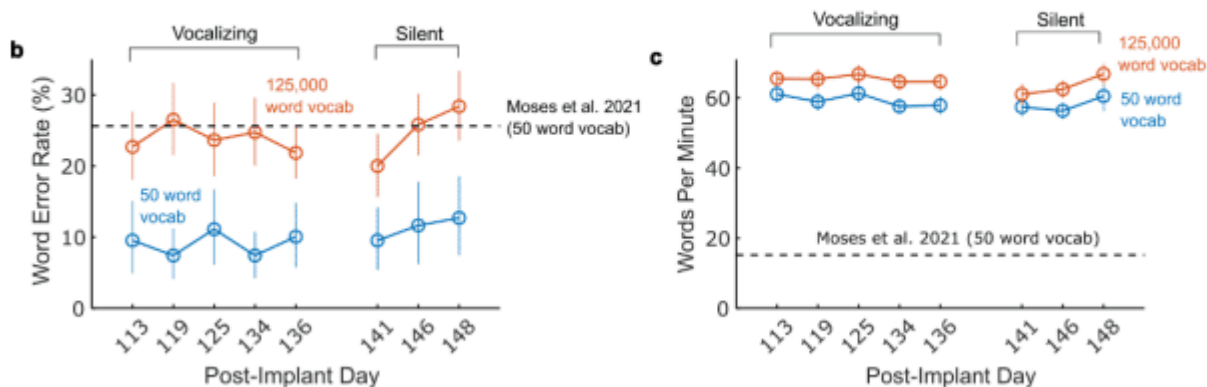
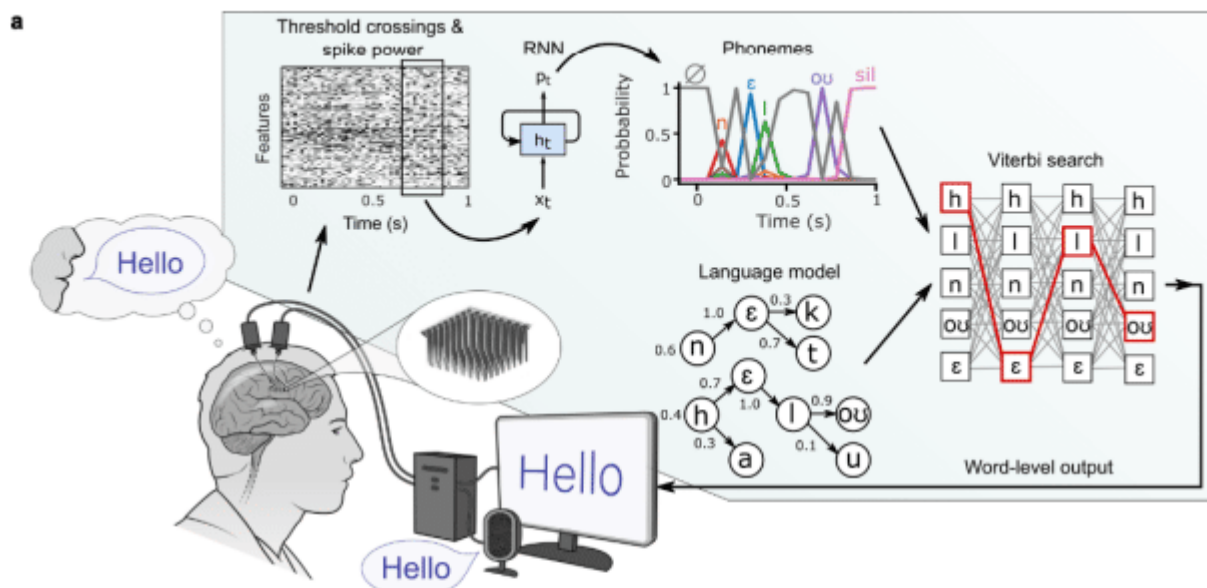
отражают интуитивное понимание младенцами психических состояний агентов, которое направляет их эффективные действия в соответствии с их психическими состояниями;

или возникают из индивидуальных достижений, основанных на собственном опыте действий младенцев.

Из этой богатой экспериментальной и теоретической базы возникает потребность во всеобъемлющей структуре, в которой можно было бы охарактеризовать знания младенцев об агентах с результатами в одной задаче, сопоставимыми с результатами в другой, и с результатами в наборе задач, сопоставимыми для младенцев и машин. В рассматриваемом нами сегодня труде ученые демонстрируют разработанную ими базу для тестирования психологии здравого смысла у младенцев путем оценки результатов младенцев в тесте детской интуиции (BIB от Baby Intuitions Benchmark) — наборе из шести задач, исследующих психологию здравого смысла. BIB был разработан специально для тестирования интеллекта как младенцев, так и машин. Также было проведено сравнение младенцев и ИИ в рамках задач здравого смысла. и результаты могут привести к лечению таких состояний, как депрессия или нейродегенеративные заболевания.

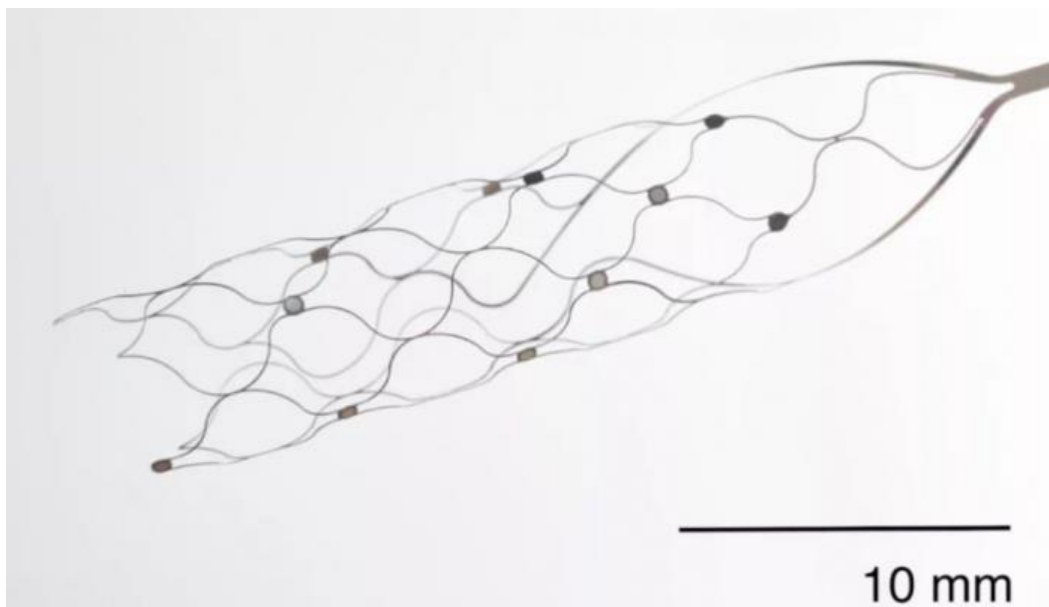
Исследователям из Стэнфордского университета удалось поставить очередной рекорд работы речевого интерфейса мозг-компьютер. Система, которая записывает пиковую активность от массивов внутрикортикальных микроэлектродов, позволила участнику исследования (он потерял способность разговаривать из-за бокового амиотрофического склероза) использовать словарь из

50 слов при уровне ошибок в 9,1% (что в 2,7 раза меньше ошибок, чем при предшествующем тестировании техники) и словарь из 125 000 слов, но уже при уровне ошибок в 23,8%. Интерфейс мозг-компьютер смог декодировать речь со скоростью 62 слова в минуту, что в 3,4 раза быстрее, чем



предыдущий рекорд, и начинает приближаться к скорости естественного разговора (160 слов в минуту).

Новое устройство интерфейса мозг-компьютер не требует операции на открытом мозге для имплантации. «Хайтек» ознакомился с разработкой. Крошечное устройство Stentrode считывает мозговую активность с помощью яремной вены. Оно регистрирует активность мозга из близлежащего кровеносного сосуда. Благодаря этой технологии пациентам не требуется хирургическое вмешательство для имплантации устройства в череп. Stentrode предназначен для людей с параличом и им можно управлять с помощью мысли. Участники испытаний использовали устройство для создания текстовых сообщений и электронных писем, а также для онлайн-банкинга и покупок. Аналоговые устройства обычно имплантируют в мозг, однако для работы Stentrode этого не требуется. Вместо этого авторы технологии используют кровеносные сосуды головного мозга, чтобы получить доступ к моторной коре. Моторная кора, также известная как двигательная кора (англ. Motor cortex) — области коры больших полушарий, отвечающих за планирование, контроль и выполнение произвольных движений.



Устройство записи мозговой активности под названием Stentrode находится внутри близлежащего кровеносного сосуда.

В исследовании приняли участие четыре мужчины европейского происхождения с боковым амиотрофическим склерозом (БАС). Это прогрессирующее заболевание, которое вызывает гибель нервных клеток, контролирующую произвольные движения. У всех участников исследования был тяжелый паралич верхних конечностей и разная степень нарушения функции легких и речи. Каждому участнику поместили Stentrode в верхний сагиттальный синус, крупную вену, которая отводит жидкость из мозга в яремную и прилегает к моторной коре. Само устройство изготовлено из сетчатого материала с 16 электродами. Врачи вводят устройство в тело с помощью катетера, и как только оно оказывается на месте, хирурги расширяют сетку, чтобы она плотно прилегала к стенкам пазухи. Провод идет от электродов к небольшому электронному устройству в груди, которое по беспроводной связи передает сигналы мозга, записанные устройством, на компьютер.

Учёные показали, что нейронные сети гиппокампа, ответственные за пространственное восприятие, изменяются не линейным образом, а в соответствии с гиперболической геометрией. То есть мозг представляет пространство в форме расширяющихся песочных часов. Результаты исследования могут иметь значение для лучшего понимания различных нейродегенеративных расстройств. Маленьким детям иногда кажется, что Луна находится гораздо ближе к ним, чем есть на самом деле, и что они могут дотронуться до нее, просто протянув руку. Когда мы движемся в своей повседневной жизни, то склонны думать, что представляем пространство линейно. Однако теперь ученые из института Солка (США) обнаружили, что количество времени, которое мы затрачиваем на изучение окружающей среды, приводит к тому, что наши нейронные представления изменяются нелинейно. Результаты работы, опубликованные в журнале *Nature Neuroscience*, показывали, что нейроны гиппокампа, отвечающие за пространственную навигацию, память и планирование, воспринимают пространство в соответствии с нелинейной гиперболической геометрией или геометрией Лобачевского. В ней трехмерное пространство экспоненциально расширяется наружу, другими словами, оно имеет форму песочных часов. При этом размеры пространства в нашем представлении

увеличиваются в зависимости от времени, проведенным в каком-либо месте. А расширяется изученное пространство логарифмически, что соответствует максимально возможному увеличению информации, которое может обработать наш мозг.

В ходе исследований ученые использовали передовые вычислительные подходы. Они впервые применили гиперболическую геометрию, чтобы лучше объяснить восприятие биологических сигналов, например таких, как запахи. Теперь авторы показали, что геометрия Лобачевского также управляет нейронными реакциями, так как гиперболические карты сенсорных молекул и событий воспринимаются нейронами, которые в соответствии с ними формируют в мозгу карты пространства. Эксперименты на крысах показали, что репрезентации пространства нейронами мозга динамически расширялись в зависимости от количества времени, которое животное тратило на изучение каждой среды. Когда крыса двигалась медленнее, она успевала получить больше информации, что вызывало больший рост нейронных репрезентаций. Результаты исследования позволят лучше понять нейронную активность в различных отделах мозга. Кроме того, они важны для анализа данных о нейродегенеративных расстройствах, связанных с обучением и памятью — например, болезнью Альцгеймера.

Ученые из Бристольского университета, Высшей школы экономики и Института Макса Планка проанализировали ряд экспериментальных и вычислительных работ и обосновали наиболее перспективные способы изучения нейромеханизмов синтаксиса. Синтаксис — система, лежащая в основе языка и позволяющая складывать слова в словосочетания и предложения. В последние десятилетия среди специалистов в когнитивных науках наибольшее распространение получила идея об участии нейронных колебаний в кодировании синтаксической информации. Согласно этому подходу, кодирование слов, словосочетаний и предложений происходит на разных частотах. Один из способов изучения синтаксических структур в мозге подразумевает измерение нейронных колебаний при обработке отдельных слов и фраз предложения. Этот принцип можно условно назвать разделением на блоки. Второй способ также основан на нейронных колебаниях, но он исходит из представлений о синтаксической структуре как сложном иерархическом феномене и строится на многомасштабной интеграции информации. Международная команда ученых (доцент отделения психологии Бристольского университета, старший научный сотрудник Международной лаборатории социальной нейробиологии НИУ ВШЭ Нина Казанина и Алессандро Тавано из Института Макса Планка) сопоставила ряд работ, изучающих нейрокорреляты языковых фраз или предложений. Под нейрокоррелятами понимаются механизмы, используемые мозгом для решения алгоритмических и других задач.

«Во время обработки предложения в мозгу человека строится не просто цепочка из слов, а определенная синтаксическая иерархия. При этом синтаксическая конструкция может иметь разную длину — состоять как из одного слова, так и из двадцати. Построение иерархии — это гораздо больше, чем разделение предложения на части. Например, предложение “Вчера вечером Миша написал письмо своей семье” можно разбить на примитивные части, но это не поможет понять, как устроена его синтаксическая структура», — поясняет Нина Казанина. Проанализировав ряд

экспериментальных и вычислительных работ, ученые пришли к выводу, что более релевантным следует считать принцип многомасштабной интеграции информации. При помощи нейронных колебаний можно собирать в одно целое информацию, которая достигает мозга в разное время или обрабатывается в разных областях мозга. Например, в предложении «Что, ты считаешь, мама мне подарит на Новый год?» слова «что» и «подарит» — части одной синтаксической составляющей, которые надо собрать вместе из разных частей предложения. Авторы подчеркивают перспективность сочетания вычислительных и нейробиологических моделей с лингвистическими и психолингвистическими.

МНБЯЮсДФМНКНВЗ ЮОНКТЦДМВ ЮМЯМН-ОНПНЧ ЙНБ У СНПНОКЯРСНБ

New Technology for producing fluorene polymers' nano-powders

Олег Фиговский и Сергей.Сокол, Figovsky Oleg & Sergey Sokol

Аннотация: Предложен метод получения нано-порошков фторопластов с использованием оригинального гипер-резонансного диспергатора и даны результаты нано-диспергирования.

Ключевые слова: нано-порошки фторопластов, гиперрезонансное диспергирование.

Annotation: Method of hyperresonance desperation was applying for producing fluorene polymers' nano-powders.

Key words: fluorene polymers' nano-powders, hyperresonance dispergator, application of organic nano-powders.

Получение нано-порошков полимеров является одной из важнейших задач современных нанотехнологий. Основным методом получения таких порошков является диспергирование[1]. Обзор методов диспергирования органических полимеров и продуктов был изложен в работе [2]. С использованием принципов абразивно-вихревого диспергирования была разработана технология, обеспечивающая получение частиц фторопластов размером 900-1300 нанометров [3]. Последующее доизмельчение пьеза-электрическим методом позволяло увеличить дисперсность органических нано-порошков на 10-15%. Аналогичные результаты были получены и японскими исследователями [4]. Следовательно, для измельчения пластичных веществ, таких как полимеры, необходимо применить совершенно другой принцип воздействия на измельчаемое вещество. Для измельчения пластичных органических веществ, необходимо применить совершенно другой принцип воздействия на измельчаемое вещество, например, с использованием принципов гипер-резонанса, описанного ранее в работе по волновой теории прочности полимеров [5]. Были получены порошки тетрафторэтилена с помощью оригинального гипер-резонансного диспергатора; испытания которых подтвердили возможность получения порошков с размерностью менее 100 нм.

Исходный размер сухого порошка фторопласта 3.2-3.5 микрометров. Далее порошок смешивался в пропорции 50:50 с растворителем ксилол, и прогонялся через нано установку \ вместо растворителя ксилол можно применять любые другие растворители спирт, сольвент, вода, масло индустриальное.

После первого прохода средний размер частиц 459-486 нанометра.

После второго прохода средний размер частиц 241-250 нанометра/

После третьего прохода средний размер частиц 74-104 нанометра.

После четвертого прохода средний размер частиц 40-43 нанометра.

Полученные продукты были успешно протестированы для защитных покрытий с высокой химической стойкостью. Защитное действие покрытий от агрессивных сред определяется не только химической стойкостью полимера (фторопласта), но также диффузионной проницаемостью и адгезией покрытия к защищаемому металлу. В таблице по обобщенным данным [6] приведены сравнительные свойства фторопластов различных марок, и полиэтилена, в том числе диффузионные

характеристики, на основании которых можно произвести предварительный выбор материала для противокоррозионного покрытия

Физико-механические, теплофизические и диффузионные свойства полимерных материалов для покрытий

Полимер	Твердость НВ, МПа	Модуль упругости при изгибе, МПа	Относительное удлинение, %	Температура стеклования T_g , °С	Рабочая температура T_{max} , °С	Проницаемость $НCl$ при 50°С $P \cdot 10^{10}$ г/м ² ч Па
Полиэтилен	20-22	220	550-600	-50	80-90	34.5
Ф-4Д	30-40	850	250-500	-110	260	4.1
Ф-2М	70-90	1200	40-400	-40	145	1.3
Ф-3Б	100-130	1450	40-300	+50	150	0.3
Ф-30	60-80	1400	250-400	+35	150	0.38
Ф-32Л	30-40	600	200-300	+30	200	0.37

Литература: 1. Figovsky Oleg & Beilin Dmitry. Green Nanotechnology. Pan Stanford Publisher, 2017, 538 pages.

2. Грязнов Игорь и Фиговский Олег. Новая технология изготовления полимерных порошков. Нанотехнологии в строительстве, том 7, №5 и 6, 2016.

3. US Patent 8,485,456. July 16, 2013.

4. WO Patent application 2013/168437. November 14, 2013.

5. Фиговский Олег. Повышение защитных свойств неметаллических коррозионностойких материалов. Журнал ВХО им. Д.И. Менделеева, том 33, №3, 1988.

6. В.В.Колесниченко, Д.Н. Трофимов ФТОРОПЛАСТОВЫЕ ПОКРЫТИЯ. ОПЫТ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ.

- <http://www.plastpolymer.org/dokl2.htm>

Несколько дней тому назад Агентством ПРОАтом была опубликована моя статья «Когнитивные технологии: Искусственный Интеллект», которая за два дня собрала 17 противоречивых комментариев. Поэтому я и написал новую статью по той же тематике, которая и приводится ниже.

Когда летом прошлого года инженер компании Google заявил, что заметил у языковой модели LaMDA 2 признаки сознания, его слова были встречены с недоверием. Для Дэвида Чалмерса, философа и исследователя сознания, этот случай стал поводом задуматься о том, что может стать доказательством появления сознания у искусственного интеллекта. Когда летом прошлого года инженер компании Google заявил, что заметил у языковой модели LaMDA 2 признаки сознания, его слова были встречены с недоверием. Для Дэвида Чалмерса, философа и исследователя сознания, этот случай стал поводом задуматься о том, что может стать доказательством появления сознания у искусственного интеллекта. Сознание, по словам ученого, имеет множество измерений. Во-первых, это сенсорные переживания, связанные с восприятием. Во-вторых, аффективные переживания, связанные с чувствами. В-третьих, это когнитивный опыт: мысли и рассуждения. В-четвертых, агентивный опыт: намерения и действия. Еще есть самосознание. Все они являются компонентами субъективного опыта. При этом сознание не равно самосознанию и не должно приравниваться к человеческому интеллекту. Так, многие зоологи считают, что у некоторых видов животных — кошек, мышей, рыб -имеется сознание, но по интеллекту они не дотягивают до человека. Сознание появилось благодаря эволюции раньше, чем развитый интеллект. Поэтому не исключено, что у ИИ тоже оно возникнет.

Отсутствие четкого определения сознания затрудняет исследование этой проблемы. В информатике есть тест Тьюринга, который многие считают достаточным условием для сознания, хотя он безусловно не является необходимым условием. Разработать эталонный тест для выявления сознания у ИИ сложно, считает Чалмерс, но можно было бы придумать различные тесты на поиск отдельных компонентов сознания: внимания, аффективных переживаний, самосознания. При этом появление сознания у ИИ не обязательно должно означать, что у него тут же появятся какие-то поразительные способности. Вообще, роль сознания в поведении мало изучена. Однако имеющие сознание системы тотчас приобретают в наших глазах более высокий статус. Мы начинаем относиться к ним иначе, чем к «бездушным» предметам. Отсюда возникает следующий важный вопрос: а должны ли мы создавать ИИ с сознанием? Несомненно, его появление вызовет этические споры и трудности в гораздо большей мере, чем их вызвало появление генеративных языковых моделей. И Чалмерс не уверен, что появление такой машины принесет человечеству благо. Далее Чалмерс перечисляет и подробно разбирает четыре варианта индикаторов сознания у языковых моделей: машина сообщает, что обрела сознание; машина кажется обретшей сознание; машина обладает выдающимися разговорными навыками; машина приобрела универсальный интеллект, то есть перестала специализироваться на чем-то одном. Тот факт, что мы наблюдаем в генеративных моделях тенденцию к генерализации, говорит о явном движении ИИ к универсальности. Пока она не достигла уровня человека, но значительно выросла за

последние десятилетия. Называет Чалмерс и недостатки ИИ, которые стоит учитывать при оценке наличия сознания у конкретной модели. Это биологический фактор, основанный на представлении, что сознание требует углеродной формы жизни; отсутствие органов чувств и тела; отсутствие модели мира и себя в мире (за что современные языковые модели заслужили прозвище «стохастических попугаев»); отсутствие рекуррентных процессов в ИИ; отсутствие глобального рабочего пространства (термин, предложенный когнитивными психологами и нейробиологами в конце 80-х); отсутствие у модели единой личности.

Ни одно из перечисленных выше затруднений не является непреодолимым, но все вместе они создают серьезное препятствие для современных языковых моделей. Чалмерс оценивает шансы появления сознания в нынешних ИИ менее чем в 10%. Но предупреждает, что не стоит воспринимать это число слишком серьезно. С другой стороны, если учесть развитие технологии, то «вполне возможно, что в ближайшее десятилетие у нас появятся надежные системы с органами чувств и телами, моделью мира и самих себя, рекуррентной обработкой информации, глобальным рабочим пространством и едиными целями». Такую вероятность Чалмерс оценивает в 50% с лишним. И еще столько же шансов у таких систем развить в себе настоящее сознание. Вместе получается 25%. Не так уже мало. Сознание, по словам ученого, имеет множество измерений. Во-первых, это сенсорные переживания, связанные с восприятием. Во-вторых, аффективные переживания, связанные с чувствами. В-третьих, это когнитивный опыт: мысли и рассуждения. В-четвертых, агентивный опыт: намерения и действия. Еще есть самосознание. Все они являются компонентами субъективного опыта. При этом сознание не равно самосознанию и не должно приравниваться к человеческому интеллекту. Так, многие зоологи считают, что у некоторых видов животных — кошек, мышей, рыб — имеется сознание, но по интеллекту они не дотягивают до человека. Сознание появилось благодаря эволюции раньше, чем развитый интеллект. Поэтому не исключено, что у ИИ тоже оно возникнет.

Тот факт, что мы наблюдаем в генеративных моделях тенденцию к генерализации, говорит о явном движении ИИ к универсальности. Пока она не достигла уровня человека, но значительно выросла за последние десятилетия. Называет Чалмерс и недостатки ИИ, которые стоит учитывать при оценке наличия сознания у конкретной модели. Это биологический фактор, основанный на представлении, что сознание требует углеродной формы жизни; отсутствие органов чувств и тела; отсутствие модели мира и себя в мире (за что современные языковые модели заслужили прозвище «стохастических попугаев»); отсутствие рекуррентных процессов в ИИ; отсутствие глобального рабочего пространства (термин, предложенный когнитивными психологами и нейробиологами в конце 80-х); отсутствие у модели единой личности. Ни одно из перечисленных выше затруднений не является непреодолимым, но все вместе они создают серьезное препятствие для современных языковых моделей. Чалмерс оценивает шансы появления сознания в нынешних ИИ менее чем в 10%. Но предупреждает, что не стоит воспринимать это число слишком серьезно. С другой стороны, если учесть развитие технологии, то «вполне возможно, что в ближайшее десятилетие у нас появятся надежные системы с органами чувств и телами, моделью мира и самих себя, рекуррентной обработкой информации, глобальным рабочим пространством и едиными целями». Такую

вероятность Чалмерс оценивает в 50% с лишним. И еще столько же шансов у таких систем развить в себе настоящее сознание. Вместе получается 25%. Не так уж мало.

В конце прошлого года выяснилось, что ИИ научился взламывать пароли по тепловым следам на клавиатуре. Шотландские ученые разработали систему ThermoSecure, за секунду с помощью тепловизора угадывающую пароли, которые ввели в банкоматах, компьютере или на смартфоне. Последовательность символов легко угадывается благодаря интенсивности теплового следа. Причем даже после минуты система показывает эффективность 62% (а если после ввода прошло несколько секунд — то 86%). Если это научились делать ученые, то, без сомнения, подобные технологии есть и у злоумышленников. То есть оставлять без присмотра рабочее место было уже небезопасно (по крайней мере, если вы богатый человек, за паролями которого могут прицельно охотиться). И использование специальных символов или прописных букв тут ничуть не помогает. Ну а теперь всё это вышло на следующий уровень. ИИ теперь может украсть ваши пароли почти со 100% точностью — и ему для этого не нужно никаких специальных инструментов. Достаточно послушать вас, пока вы сидите в Skype или Discord.

Исследователи из Корнельского университета открыли новый способ кражи ваших данных — по звукам нажатия клавиш. В их документе подробно описывается атака с использованием ИИ, которая может воровать пароли с точностью до 95%, прослушивая то, что вы печатаете на клавиатуре. Причем сделать такую модель оказалось достаточно просто, это заняло у них в сумме меньше двух месяцев, и основное время было потрачено на сбор данных. Дело в том, что у каждой клавиши на клавиатуре — уникальное звучание, которое зависит от её расположения и других факторов. Теоретически, анализ спектрограммы позволяет отличить клавиши друг от друга, а по частотности нажатий определить, какому символу соответствует каждый звук. Базовую схему того, как создать звуковой кейлоггер, на Хабре описывали тут. Но с ИИ это получается сделать даже для чужой клавиатуры, даже для той, чьей марки ты заранее не знаешь. Достаточно послушать её звучание хотя бы несколько минут. В случае с Корнельским университетом, исследователи просто поставили смартфон с новой моделью ИИ рядом с ноутбуком, на котором набирали пароль. Встроенный микрофон прослушивал нажатия клавиш на MacBook Pro — и мог воспроизводить их с точностью 95%. После этого команда также проверила точность во время общения по Zoom, когда нажатия клавиш записывались с помощью микрофона ноутбука. В этом тесте ИИ воспроизвел нажатия клавиш с точностью 93%. Через Skype модель была точной на 91,7%. Прежде чем вы от страха выбросите свою громкую механическую клавиатуру, стоит отметить, что громкость клавиатуры тут мало связана с точностью атаки. Вместо этого модель ИИ учитывает форму волны, интенсивность и время каждого нажатия клавиш. Например, вы можете нажать одну клавишу на долю секунды позже, чем другие, из-за того, что она расположена дальше. Всё это тоже ощущает ИИ.

Вероятно, чем популярнее клавиатура, тем точнее ИИ будут в дальнейшем угадывать набранные на ней пароли. Исследователи не зря взяли для начала клавиатуру с MacBook Pro. Logitech, Razer, Gembird и т.д., вероятно, тоже станут одними из первых, на которых свои ИИ начнут тренировать злоумышленники. А вот если у вас дешевая мембранная клавиатура за пару сотен рублей — таких клавиатур тысячи, и тренировать ИИ на звуках вашей конкретной модели вряд ли кому-то будет

интересно. Тем более, что взять с человека, у которого настолько дешевая клавиатура? В своей работе исследователи использовали CoAtNet, который является классификатором изображений ИИ, для подобной атаки, и обучили модель на 36 клавишах MacBook Pro, записав звук нажатия на каждую по 25 раз. Исследователи предупреждают, что создать подобный похититель паролей сейчас достаточно просто. По их словам, эта атака может принять форму вредоносного ПО, установленного на вашем телефоне или другом устройстве с микрофоном, расположенном в вашей комнате. Ему нужно просто собирать данные о ваших нажатиях клавиш и передать их в модель ИИ, слушая ваш микрофон. Даже если вы никогда не работаете в публичном пространстве, где кто-то рядом может включить микрофон, новая атака всё равно пугает. У злоумышленников появляется еще один путь к вашему паролю. Им больше не обязательно напрямую считывать вводы с клавиатуры. Достаточно найти способ услышать звуки вашей клавиатуры через любой микрофон. И сопоставить это с тем моментом, когда вы заходили в банк или в, скажем, корпоративное приложение. Как сообщает Bleeping Computer, есть несколько способов обойти этот вид атаки. Во-первых, вообще не вводить пароль, вместо используя такие функции, как Windows Hello и Touch ID. Можно также инвестировать в хороший менеджер паролей, который вводит пароли за вас, плюс позволяет вам генерировать случайные пароли для всех ваших учетных записей. Что здесь вряд ли поможет, так это новая клавиатура. Даже самые лучшие клавиатуры могут стать жертвами атаки. ФБР уже заявляет, что хакеры используют ИИ для создания различных зловредов. Оказывается, хакеры нашли способ заставить ChatGPT генерировать код для вредоносного ПО, и теперь создают его в промышленных объемах. Также активно распространяется мошенничество с подделкой голоса — где злоумышленники выдают себя за родственника с целью обмана его близких, часто пожилых людей. Для этого им достаточно собрать несколько фрагментов голоса человека, что можно сделать в том числе по телефону. И, конечно, это ещё один повод внимательнее относиться к тому, что и когда записывает наш микрофон.

Компания OpenAI призналась, что годами использовала бота-паука для сбора информации с сотен тысяч сайтов для обучения своей нейросети. Это положило начало панике среди создателей контента: в отличие от ботов поисковых систем, дающих сайтам трафик в обмен на информацию, бот от OpenAI по сути ворует контент, так как не дает никому никакого трафика. Помимо прямого запрета на индексацию сайтов через robot.txt компанию могут ждать многочисленные иски. Цифровые пауки, такие как Googlebot, давно являются частью интернет-пейзажа. Эти боты «ползают» по сайтам, сканируя нужную им информацию. Деятельность «паучка» от Google, например, помогает пользователям легко находить информацию и направляет трафик на сайты. Однако недавно появился новый игрок — GPTbot от OpenAI, который собирает данные для обучения больших языковых моделей. Он вызывает опасения среди создателей контента, которые боятся, что их контент и трафик попросту украдут. Обычно сбор данных ботами-пауками был взаимовыгодным: сайты получали трафик, а поисковые системы — информацию. Последние направляли пользователей на сайты наиболее релевантные их запросам. Однако GPTbot меняет правила игры. Он собирает данные для обучения моделей ИИ, которые конкурируют с оригинальными сайтами, оттягивая на себя их пользователей. ChatGPT дает быстрые и исчерпывающие ответы, но не отправляет

собеседников к первоисточнику информации. Это уничтожает стимул к распространению качественной бесплатной информации в Интернете.

Некоторые издания, такие как The Verge, уже предприняли шаги для блокировки бота. Для этого можно использовать общий протокол robots.txt. Однако OpenAI не сообщают, сколько времени их паук уже провел в сети. Кроме того, он сохраняет отсканированную информацию. Даже если владельцы сайтов смогут заблокировать его прямо сейчас, есть вероятность, что бот уже получил все нужные данные. Прадип Думал, консультант по оптимизации поисковых систем, написал в Twitter: «OpenAI украли ваш авторский контент для создания своего продукта, но теперь дают вам способ предотвратить новые кражи». Ю Нил Кларк, редактор журнала о научной фантастике и фэнтези, сообщил журналистам «The Insider»: «OpenAI и другие создатели ИИ неоднократно демонстрировали, что у них нет уважения к правам создателей контента и художникам. Их продукты в основном основаны на авторских произведениях других, взятых без разрешения или вознаграждения». Он также считает, что возможности защитить свой сайт от цифрового паука недостаточно. По его мнению, OpenAI должны всегда получать разрешение перед сбором данных. OpenAI уже заключила сделку с Associated Press о платной лицензии на контент для обучения ИИ. Это вызывает вопросы о том, почему компания не платит за информацию всех остальных. Создали контент, такие как Кларк, негодуют и намерены защищать свои права в суде. Юридические аспекты использования ИИ еще не до конца проработаны, поэтому у авторов есть некоторый шанс добиться справедливости.

Вместе с появлением моделей искусственного интеллекта, способных настолько искусно создавать и редактировать фотореалистичные изображения, что глаз человека не способен заметить разницу между реальностью и имитацией, растет количество подделок. Простые в использовании нейросети DALL-E или Midjourney предоставляют свои услуги всем желающим сгенерировать изображение по словесному описанию. Результаты могут быть совершенно невинными, а могут служить неблаговидным целям. Инженеры MIT придумали новый способ защиты общества от дезинформации. Можно защитить изображение при помощи нанесения водяных знаков, но об этом нужно думать заранее. Желая предложить другое решение, инженеры из Лаборатории информатики и искусственного интеллекта MIT разработали систему PhotoGuard, которая использует пертурбации — мельчайшие изменения в значениях пикселей, невидимые человеческому глазу, но заметные компьютерной модели — которые успешно сопротивляются способности ИИ вносить правки в изображение. «Подумайте об опасности мошеннического распространения ложных сообщений о катастрофах, например, о взрыве на каком-нибудь важном объекте. Этот обман может повлиять на рынок ценных бумаг и настроения в обществе, но риски не ограничиваются общественной сферой. Личные изображения могут быть изменены неподобающим образом и использованы для шантажа, что может иметь значительные экономические последствия, если такое будет происходить повсеместно, — сказал Хади Салман, один из участников проекта. — В крайних случаях, эти модели могут имитировать голоса и фотографии непроисходивших преступлений, вызывая психологическое волнение и финансовые потери».

Проблему составляет скорость работы таких технологий. Даже если обман позже вскроется, репутационные, психологические и материальные потери уже состоялись. Для создания этих пертурбаций PhotoGuard использует два разных метода «атаки»: более непосредственная атака кодированием воздействует на скрытое представление изображения в модели ИИ. ИИ-модели видят изображение не так, как люди. Для них оно — набор математических данных, описывающих цвет и положение каждого пикселя. Это и есть скрытое представление. Атака кодированием заставляет модель воспринимать изображение как случайную сущность. Она вносит мелкие изменения в эти данные, в результате которых модель практически теряет способность редактировать изображение. При этом, как пишет MIT News, для человека в изображении ничего не меняется, он не замечает такую защиту. Более сложная (и более ресурсоемкая) атака диффузией направлена на весь цикл работы модели. Она определяет желаемое конечное изображение и запускает процесс оптимизации, который делает так, чтобы конечное изображение как можно ближе походило на то, которое было выбрано как отправное. В результате охраняемое изображение выглядит неизменно для человека. Несмотря на потенциал PhotoGuard, этот метод — не панацея. Как только изображение попадает в сеть, злоумышленники могут попытаться обойти защитные меры, применив распространенные инструменты редактирования. Однако этому можно воспрепятствовать при помощи уже существующих методов.

В новом интервью The Atlantic генеральный директор OpenAI Сэм Альтман упрекнул других представителей отрасли за их радужные взгляды на будущее искусственного интеллекта. Он признал, что рабочие места будут утрачены из-за ИИ, хотя и считает, что мир с ним будет лучше. По мнению предпринимателя, людям потребуется время, чтобы адаптироваться к соседству с другим мощным разумом на Земле. Альтман рассказывал об опасном искусственном интеллекте, который его компания создала, но так и не выпустила. Его сотрудники часто не могут спать, беспокоясь об ИИ, которые они могут однажды выпустить, не осознавая полностью его опасности. С тех пор, как прошлой осенью ChatGPT стал доступен для всех, люди не только начали сильно беспокоиться о том, что их заменит ИИ, но и действительно потеряли из-за него работу. По мнению главы OpenAI, тенденция усилится. «Многие люди, работающие над ИИ, делают вид, что это будет только хорошо, это будет только дополнение, никто никогда не будет заменен, — сказал Альтман изданию. — Рабочие места определенно исчезнут, и точка». В целом, по его словам, мир с ИИ будет лучше, хотя он не до конца понимает, как этот мир будет выглядеть. «Я не думаю, что мы захотим вернуться», — сказал Альтман. По его мнению, людям нужно время, чтобы смириться с идеей, что вскоре человечество может делить Землю с новым мощным разумом, прежде чем он изменит все — от работы до человеческих отношений. ChatGPT был неким предупреждением.

Как отметил корреспондент Atlantic, в качестве одного из примеров профессий, в которой люди всегда предпочитали бы общение с людьми, Альтман привел преподавание. Иронично, что в том же интервью он выразил воодушевление по поводу перспективы появления ИИ-репетиторов, которые обеспечат каждому ребенку «образование, в настоящее время доступное только самым богатым и умным детям на Земле». В начале июня коучинговая компания Challenger, Gray & Christmas подсчитала, что почти 4000 рабочих мест уже были сокращены из-за ИИ, а

в марте Goldman Sachs предсказала, что из-за этой технологии может быть потеряно 300 млн рабочих мест. Уже в следующем месяце инвестиционная фирма прогнозировала, что ИИ увеличит валовой внутренний продукт на 7%. Важно отметить, что Goldman Sachs сама инвестирует в искусственный интеллект и поощряет к этому своих клиентов. Чат-бот ChatGPT позволил компании OpenAI достичь оценки в \$30 млрд. Другой проект Альтмана Worldcoin собирается сканировать и кодировать глазные яблоки людей, чтобы отличить их от роботов. Состояние предпринимателя оценивается от \$250 до \$500 млн.

ИИ сейчас на волне популярности, ChatGPT и представляется интересным интервью Игнатия Цукергохера с техническим директором Content AI Иваном Волковым, и какие мысли возникли в ходе этого общения. Можно ли сказать, что сегодня искусственный интеллект — главное направление в глобальном технологическом развитии, основная сфера интереса IT сообщества? Да, это действительно так. С практической точки зрения большие лингвистические модели — это прорыв в ряде областей. Решения на базе нейросетей позволяют гораздо лучше справляться со многими задачами. Они открывают возможности для автоматизации там, где их ранее не было. На ваш взгляд, возможно ли, что после повсеместного распространения технологии и специалистов, которые обслуживают нейросети, произойдёт переполнение рынка и повлечёт за собой последующую рецессию? Как вокруг любого яркого феномена, безусловно, тут присутствует некий ажиотаж, который немного перегревает тему. Мы видим, что те же большие лингвистические модели сейчас пытаются использовать везде. В некоторых местах получается отлично, в других — не очень. Но с практической точки зрения, повторю, открываются широкие перспективы. Развитие нейросетей не останавливается, и та же Open AI выпускает новые версии GPT, демонстрирующие удивительные возможности. Это компенсирует волну хайпа. Можно сказать, что мы входим в новую эпоху, которая принесёт изменения во многие сферы нашей жизни. У нас в комментариях на Хабре очень много вопросов, в том числе технических специалистов, сомневающих в растущей популярности. Я думаю, что всё таки это будет повсеместная история, поскольку практических применений у таких инструментов много. Не будет таких больших качелей, как, например, с блокчейном, который пытались прикладывать к месту и не к месту. Решения, не несущие практической пользы, в итоге тихо умерли. С генеративным искусственным интеллектом такой эффект тоже, думаю, будет, но в значительно более мягкой форме, поскольку полезный выхлоп из того, что даёт технология, уже очевиден.

За последнее время в каких новых сферах появились прикладные решения с ИИ? В каком новом неожиданном качестве показали их работу? За последние 10 лет прогресс значительный. Мы научились распознавать речь, отслеживать перемещение людей по силуэтам, детектировать в видеопотоке людей, животных, технические объекты, распознавать лица с качеством, позволяющим буквально производить с их помощью оплату. Из достижений последнего времени — возможность генерировать фотореалистичное изображение видео по текстовым описаниям, детектировать болезни по слабо уловимым признакам речи. Ярче всего в этой сфере себя проявили большие лингвистические модели типа ChatGPT. Интересно, что новые особые качества, которые они демонстрируют, происходят не из за какого то единичного супер ноу хау, а из за совместной работы известных в ML

сообществе решений, которые вкупе с большим размером сети дают такой эффект, когда модели начинают демонстрировать качества, ассоциирующиеся с человеческим разумом. Например, одно из таких свойств, которое до этого в решениях на нейросетях отсутствовало, — это возможность легко перепрофилировать сеть для решения различных задач, меняя подводки и запросы к ним. Таким образом, мы как бы мотивируем и программируем модель на самостоятельные действия. Если вернуться на 10–20–30 лет назад и оценить прогнозы технологических визионеров, можно ли увидеть там предположение о появлении ИИ и сбывшиеся сценарии его развития или ожидалось иное? В разные периоды человеческой истории появлялись прогнозы о том, что после запущенных именно в это десятилетие изменений, трансформируются буквально все аспекты жизни человека. Но такие прогнозы сбывались нечасто. Так, в середине XX века были периоды, когда прогнозировалось скорое создание могущественного искусственного интеллекта. В итоге это породило определённый скепсис в обществе. В настоящее время ситуация, в которой оказалось человечество, кардинально отличается. Сейчас мы как никогда близки к тому, что принято считать настоящим искусственным интеллектом. Его признаки уже можно разглядеть в реальных задачах. ChatGPT не является искусственным интеллектом с общепринятой в IT сообществе позиции, но демонстрируемые чат ботом свойства в некоторых аспектах приближают его к этому понятию.

Насколько я понимаю, реального искусственного интеллекта в том понимании, в котором изначально его толковали, не существует до сих пор? Этот вопрос академической дискуссии. Всё упирается в то, что считать искусственным интеллектом. Если рассматривать его через призму практического использования, то можно сказать, что компьютеры сегодня неплохо справляются с задачами, ранее решаемыми только человеком. Они могут корректно оперировать данными из реального мира, вычленять взаимосвязи между ними, но при этом они не обладают сознанием, не способны к автономному целеполаганию. Поэтому, как я отметил ранее, мы близки к реальному воплощению искусственного интеллекта, но пока не достигли его. На ваш взгляд, возможно ли создание настоящего искусственного интеллекта? Давайте побудем визионерами и построим предположения. Всё зависит от того, к чему стремиться. Человечеству, кажется, от машин нужно решение практических задач. Применяя уже созданные технологии и рассчитывая на определённые прорывы в будущем, мы можем приблизиться к свойствам, которые показывают люди, выполняя различные действия. Прогресс в области тех же тренированных генеративных нейросетей показывает, что во многих задачах мы очень близки к этому. Какими признаками должна обладать система, чтобы можно было считать ее именно искусственным интеллектом в самом сложном варианте? Надо оговориться сразу — это не является непосредственно моей областью специализации. Но, если порассуждать, то, на мой взгляд, искусственный интеллект — это способность системы автономно размышлять, осознавать себя и действовать в манере, присущей человеку. Есть так называемый тест Тьюринга, который заключается в том, что человек параллельно обменивается текстовыми сообщениями с машиной и реальным человеком. И если участник испытания не может определить, кто есть кто, то это является подтверждением высокого интеллекта компьютера. Современные ИИ системы такой тест проходят. С точки

зрения этого определения можно сказать, что искусственный интеллект у нас появился, а если применить другие подходы, то, наверное, нет. Вопрос философский.

Как искусственный интеллект может повлиять на развитие различных сфер жизни общества: образование, культура, медицина и так далее? Повлиять может значительно, прежде всего за счёт повышения производительности труда в сферах, требующих творческого мышления. Например, мы все слышали про то, что ChatGPT успешно сдаёт экзамены в высших учебных заведениях. Помимо ChatGPT, генеративные нейросети фотоконкурсы выигрывают, потому что очень сложно отличить. Там только с руками проблемы у нейросетей до сих пор: лишний десяток пальцев на одной руке и другие подобные вещи. Любопытно, что эта же проблема характерна для начинающих художников: говорят, что если человек умеет хорошо изображать руки, то он достиг высокого уровня мастерства. Возвращаясь к вашему основному вопросу. Основные изменения мы увидим очень скоро — это рост производительности труда в различных сферах, например в области создания и обработки изображений. Уже сейчас нейросетевые инструменты позволяют проводить операции с картинками за секунды, раньше это занимало часы. В ближайшем будущем вполне можно представить, что первичный приём пациентов в больницах будут вести автоматизированные системы. Такое предположение можно сделать на основе факта сдачи ChatGPT одного из медицинских экзаменов. Причём система прошла его на уровне, приемлемом с точки зрения экзаменаторов. Однако тут возникают две противоположные тенденции. С одной стороны, все слышали про студента из Петербурга, написавшего с помощью ChatGPT дипломную работу. И здесь ломается сам процесс обучения, ведь всю работу за человека сделала машина. С другой стороны, если попросить ChatGPT уточнить сложные термины, то чат бот даёт хорошие объяснения, предоставляет материал в понятной форме. Я думаю, в этом случае чат боты могут стать дополнительными полезными инструментами, позволяющими людям быстрее учиться и осваивать новые профессии.

Многие опасаются, что ChatGPT, например, в тех же кол центрах, полностью заменит человека, профессия исчезнет в принципе, как например, фонарщик или телефонист. Такое же может произойти с сотрудниками кол центров, с другими вакансиями, которые может выполнять ИИ? На ваш взгляд, насколько серьёзным будет это явление? Я думаю, часть профессий действительно исчезнет через некоторое время. В зоне риска находятся люди, которые выполняют работу по чётко определённой технической задаче. К примеру, оператор кол центра, который общается с клиентом, используя заранее написанный скрипт. Или сотрудники маркетплейсов, заполняющие карточки товаров по утверждённым алгоритмам. Некоторые профессии, связанные с дизайном, также могут попасть в эту зону. Так, если у заказчика есть точное описание того, что он хочет получить, то нейросеть сможет на основе этого описания выдавать достойный результат. При решении комплексных задач, где требуется не только нарисовать, но и каким-либо образом дополнить содержательную часть проекта, или если чёткого ТЗ у клиента нет, такое вряд ли произойдёт. Могу привести пример из своей практики управления рабочими процессами. Для заполнения некоторых внутренних документов мы заменили работу человека, готовившего краткие резюме сделанных задач, на генеративную нейросеть. И она выдаёт вполне достойные результаты, сопоставимые, а иногда и

превосходящие по качеству те, что производил человек. Так, работа, занимающая несколько полных часов, стала автоматизирована и высвободила ресурсы специалиста.

Вы в своих продуктах используете ChatGPT? В своих продуктах — нет, но, как я упоминал ранее, внутри компании используем. У этого есть ряд практических причин. Мы с вами находимся в России. Завязываться сейчас на западные сервисы — не очень хорошая идея. Как и передавать туда клиентские данные. Есть основания полагать, что через какое то время в доступности окажутся отечественные сервисы, позволяющие решать схожие задачи. Здесь можно упомянуть и GigaChat от «Сбера», и YandexGPT от «Яндекса». Пока они выдают качество ответов хуже, чем ChatGPT, но быстро прогрессируют. Может ли ChatGPT стать троянским конём, который будет предоставлять сервис, но при этом все данные наработки отправлять по тихому разработчикам Google, OpenAI или, в случае российских компаний, «Сберу» и «Яндексу»? ChatGPT сам по себе не порождает особенных рисков. Они примерно такие же, какие возникают, когда, например, вы отправляете свои данные в любую сервисную инфраструктуру вне зависимости от того, где она находится: в России или на Западе. Всё зависит от множества факторов: насколько чувствительны эти данные, доверяете ли вы облачному сервису, есть ли в компании безопасная практика передачи информации из закрытого контура во внешнюю среду. Причём под доверием мы понимаем не условное обещание «на словах», а технологии — сертификации различных видов, например SOC2, аутентификацию, авторизации.

Доступ к медицинскому обслуживанию варьируется в зависимости от стран и сообществ и в значительной степени зависит от социальных и экономических условий и политики в области здравоохранения, проводимой правительствами. Что касается здравоохранения, то главной заботой для людей в стране являются затраты, связанные с его предоставлением и получением.

Как страны финансируют расходы на здравоохранение. В большинстве развитых стран здравоохранение финансируется за счет налогов, частного страхования или субсидируется частными организациями. Соединенные Штаты уникально используют все эти способы оплаты в своей системе здравоохранения. Другие страны участвуют в системе единого плательщика, в которой основные расходы на здравоохранение оплачиваются за счет налогов, собираемых в рамках государственных программ. В настоящее время наиболее обновленные данные о расходах на здравоохранение по странам относятся к 2021 году. Тем не менее, как и в прошлые годы, Соединенные Штаты тратят на здравоохранение значительно больше, чем любая другая развитая страна. Несмотря на этот факт, результаты здравоохранения для жителей не заметно отличаются от других развитых стран. Есть несколько причин, которые могут повлиять на более высокие расходы на здравоохранение в США, от высоких затрат на лекарства до больших административных сборов. Факт остается фактом: Соединенные Штаты тратят на здравоохранение на душу населения как минимум на 40% больше, чем любая другая страна в мире.

В топ-10 стран с самыми высокими расходами на здравоохранение входят:

Соединенные Штаты - 12 318 долл.

Германия - 7 383 долл.

Швейцария - 7 179 долл.

Норвегия - 7 065 долл.

Австрия - 6 693 долл.

Дания - 6 384 долл.

Швеция - 6 262 долл.

Нидерланды - 6190 долл.

Канада - 5 905 долл.

Ирландия - 5 836 долл.

Россия - 3135 долл.

Поскольку пандемия COVID-19 все еще не собирается заканчиваться, кризис стал причиной принятия определенных действий в ответ на возникшие проблемы. В целом, это приводит к тому, чтобы перенести точку оказания медицинской помощи туда, где находится пациент. По мере того, как все больше инвестиций и научных исследований будет направляться в соответствующие области, это поможет генерировать больше инноваций в этих областях. Давайте посмотрим на 5 областей, в которых стоит ожидать медицинских инноваций и разработок уже в этом году.

Голосовые биомаркеры: выявление заболеваний по разговору

Когда вы слышите фразу: "Компьютер, проведи диагностику здоровья по моим голосовым данным", может показаться, что она взята из сценария фильма Star Trek, но мы уже близки к тому, чтобы вести такие разговоры с нашими компьютерами. С

помощью методов, основанных на технологиях искусственного интеллекта (artificial intelligence, AI), программное обеспечение для проверки симптомов может обнаружить так называемые "голосовые биомаркеры". Анализируя запись голоса человека, алгоритм может выявить различия между голосовыми паттернами, характерными для определенных заболеваний. Именно эту технологию использует стартап Sonaphi в своем приложении, цель которого - выявить потенциальные инфекции COVID-19 на основе голосовых особенностей человека. Ранее, во время пандемии, американские исследователи и инженеры изучали такой потенциал в рамках инициативы "Кашель ради лечения".

Японские исследователи из университета в Осаке и Института науки и технологии в Наге разработали основанный на использовании компьютера метод диагностики деменции, при котором пациент отвечает на вопросы, а программа при этом тщательно контролирует его реакции. По мере того, как пациент отвечает на вопросы, программное обеспечение идентифицирует различные параметры речи, такие как тон, скорость интонацию, а также употребление глаголов и существительных. В это же время программа с помощью камеры отслеживает выражение лица пациента и измеряет ряд визуальных параметров. Другие организации, такие как Кембриджский университет, университет Карнеги-Меллона и британский медицинский стартап Novoic, также, как сообщается, работают над подобными проектами. Таким образом, в этом году мы можем увидеть больше подобных голосовых приложений, которые потенциально могут помочь в выявлении заболеваний, выходящих за рамки COVID-19. Они могут предложить быстрые, точные и экономичные дистанционные обследования, облегчая нагрузку на больницы.

AI в диагностике как помощник врача

Пандемия высветила потенциал решений на базе искусственного интеллекта в здравоохранении, и эта технология будет продолжать вносить свои революционизирующие усилия в этой области. В 2022 году можно ожидать более широкого применения AI в диагностике, помимо выявления COVID-19 путем анализа кашля. Например, с помощью таких дерматологических приложений, как MiiSkin и Derm Assist от Google, пациенты смогут отслеживать свои поражения кожи, получать регулярные напоминания о необходимости следить за подозрительными образованиями и получать рекомендации о том, когда следует обратиться к специалисту для дальнейшего обследования. Врачи также получают инструменты на основе AI для поддержки при постановке диагнозов. Компания PathAI разрабатывает систему, которая использует цифровые патологические слайды с их обработкой системой на основе искусственного интеллекта, чтобы помочь патологоанатомам быстрее и точнее ставить диагнозы. Используя методы глубокого обучения, программное обеспечение компании Enlitic может на более ранних стадиях отмечать на радиологических изображениях места с едва заметными подозрительными признаками, чтобы ускорить рабочий процесс врачей и помочь сэкономить критически важное время для пациентов.

Сейчас даже появились такие компании, как DeepMind, которые используют свои системы на основе искусственного интеллекта для предсказания структуры белков - задачи, которую врачи не могут решить самостоятельно. Такой подход может помочь в разработке новых методов лечения заболеваний, связанных с дефектами белков. Ранее AI-система этой компании помогла предсказать риск

развития острого заболевания почек за 2 дня до его проявления, используя данные медицинских карт пациентов и результаты анализов. С таким потенциалом в клинической практике мы не должны удивляться тому, что новые AI-инструменты скоро придут на помощь как врачам, так и пациентам.

Чатботы: новое "место" начального контакта для первичной медицинской помощи

Во время пандемии умные алгоритмы также доказали свою эффективность, помогая медицинским работникам отличать тех, кто мог быть инфицирован COVID-19, от тех, у кого менее опасные заболевания. Такие учреждения, как британская система здравоохранения NHS и Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ), развернули такие инструменты, чтобы облегчить давление на перегруженные системы здравоохранения. Но эти медицинские "помощники" разрабатывались в течение многих лет, и уже несколько из них доступны на рынке. Они варьируются от приложения для оценки общих симптомов Ada до приложения для мониторинга психического здоровья Youper. В связи с пандемией можно ожидать, что их внедрение будет расти, и мы сможем увидеть больше чатботов, разработанных для более специфических медицинских состояний. В будущем пациенты могут даже обращаться к таким чатботам в качестве первого контакта для получения первичной медицинской помощи. Затем пациенты будут подключаться к врачу, если автоматизированный "помощник" не сможет уверенно ответить на поставленные вопросы.

Домашние лабораторные тесты

Одной из футуристических инноваций в области здравоохранения, которую сейчас легче всего применить на практике, вероятно, является тестирование на дому. С помощью персонального набора для тестирования можно измерить целый ряд параметров здоровья, которые раньше были доступны только в лабораториях. От анализа микробиома до секвенирования всего генома, такие домашние лабораторные тесты предоставляют важнейшую, персонализированную информацию о здоровье в частном и удобном порядке, снимая при этом дополнительное давление на медицинские учреждения. Рост числа домашних лабораторных тестов также вызван необходимостью быстрого и эффективного выявления инфекций COVID-19. В ближайшем будущем эти тесты могут стать такими же простыми и доступными, как тесты на беременность: дешевыми, достаточно простыми для использования в домашних условиях, точными и не требующими никаких технических знаний.

Цифровое медицинское страхование: перестройка отрасли

Благодаря значительному объему персонализированных данных о здоровье, которые предоставляют носимые устройства и персональные сенсоры здоровья, такие цифровые технологии здравоохранения способны изменить медицинское страхование, каким мы его знаем. К лучшему или худшему, компании медицинского страхования смогут больше узнать о людях, в которых они инвестируют, благодаря количественным параметрам здоровья, и смогут перестроить эту отрасль. Некоторые уже используют потенциал цифрового здравоохранения в этой сфере. Страховая компания Oscar Health известна тем, что стимулирует здоровый образ жизни, награждая американских клиентов подарочными картами Amazon за достижение ежедневных целей, измеряемых носимыми устройствами Fitbit. В Германии по меньшей мере шесть медицинских страховых компаний возмещают расходы на

цифровое решение от mySugr для лечения диабета, которое включает приложение, подключенное к мониторам глюкозы в крови для более легкого управления своим состоянием; и это уже охватывает 15 миллионов человек. Мы можем ожидать появления подобных проектов в 2022 году. Однако это скользкий путь, поскольку может привести к утечке информации о частной жизни и выборе образа жизни. Получив такие данные, страховые компании могут соответствующим образом изменять планы и льготы, а также взимать надбавки с тех, кто подвержен большему риску некоторых заболеваний или не заботится о своем здоровье должным образом.

Из известных на сегодня 3000 природных и искусственных радионуклидов 140 используют в медицине для диагностики, терапии и профилактики заболеваний. Только 10 радионуклидов из этих 140 ежегодно используют в 90% процедур ядерной медицины по всему миру, такие как молибден-99 (^{99}Mo), йод-131 (^{131}I), лютеций-177 и -178 (^{177}Lu и ^{178}Lu), кобальт-60 (^{60}Co) и др. Например, технеций-99 (^{99}Tc) (его получают с помощью изотопа $^{99}\text{Mo9}$) используют в 80% визуальной диагностики различных органов человека: локализация опухолей в теле человека, мониторинг кардиофункции после сердечного приступа, картирование движения крови в мозгу и помощь при хирургическом вмешательстве. В мире ежедневно выполняется от 70 тыс. до 100 тыс. сканирований с его помощью. Для диагностической визуализации заболеваний используют РФП с радиоизотопами, излучающими гамма-лучи или частицы, эти излучения улавливаются гамма-камерой или соответствующими сканерами.

Радиоактивные изотопы, особенно на стадии ранней диагностики, могут быть высокоэффективными для лечения пациентов с онкологическими заболеваниями, болезнями легких, костных тканей и других, эффективных методов борьбы с которыми в мире пока не существует. Основными методами диагностики с использованием радиоактивных изотопов является позитронно-эмиссионная томография (ПЭТ), однофотонная эмиссионная компьютерная томография (ОФЭКТ) и биохимический анализ. Современная медицина использует РФП не только на этапе диагностики, но и для лечения при ряде заболеваний в так называемой радионуклидной терапии. Этот вид лечения позволяет обеспечить «адресную» доставку. В организм исследуемого пациента непосредственно вводят фармакологический радиоактивный препарат, воздействующий на патологический очаг. Благодаря адресной доставке РФП в очаге происходит поглощение больших доз ионизирующего излучения (до сотен Гр), окружающие ткани при этом остаются практически неповрежденными. Таким образом, преимущества радионуклидной терапии очевидны: селективность; минимизация серьезных побочных эффектов; целенаправленное воздействие.

От глобальных проблем медицины мне хотелось бы перейти к текущим научным достижениям. Ниже привожу только исследования за август 2022 года, опубликованные в ведущих научных журналах мира.

Российские ученые разработали (1) назальную вакцину-кандидата, которая поможет обеспечить длительный иммунитет против коронавируса и вируса гриппа. Этот эффект объясняется тем, что она активизирует не только антитела, но и клетки иммунной системы, благодаря чему В- и Т-лимфоциты надолго «запоминают» возбудителя. Ожидается, что предложенная вакцина-кандидат не будет терять своей эффективности против различных штаммов вирусов при их мутировании, а потому

окажется перспективной для профилактики сезонных заболеваний. Коронавирус SARS-CoV-2 с начала пандемии в 2020 году унес более шести миллионов человеческих жизней. Высокая заразность и склонность быстро эволюционировать до сих пор приводят к возникновению новых штаммов и многочисленным повторным заражениям. Для борьбы с инфекцией ученые в кратчайшие сроки разработали целый ряд вакцин, большинство из которых в том или ином виде содержит определенный участок шиповидного (S) белка коронавируса, на который специфически реагируют антитела — защитные молекулы, вырабатываемые в ответ на какую-либо инфекцию. Шиповидный белок интересен тем, что он отвечает за связывание вируса с клетками-мишенями в организме человека и тем самым обеспечивает первый этап развития инфекции.

Антитела связываются со специфическими участками S-белка коронавируса в составе вакцины подобно тому, как ключ подходит к нужному замку, и это взаимодействие дает иммунной системе сигнал, который приводит к наработке новых антител для защиты. В результате, «познакомившись» с S-белком в составе вакцины, иммунная система способна распознать его при последующем заражении. Однако шиповидный белок в качестве мишени для антител оказался не очень удобен, поскольку у различных штаммов коронавируса сайты, узнаваемые этими защитными молекулами, несколько отличаются, что может препятствовать связыванию. Кроме того, концентрация антител после вакцинации со временем снижается, что впоследствии может влиять на уровень защиты. Помимо антител в человеческом организме существует другой важный компонент иммунитета, участвующий в борьбе с коронавирусом, — Т-лимфоциты, или Т-клетки. Они, подобно антителам, связываются с возбудителем и обеспечивают «память» о встрече с ним, причем более долговечную. Поэтому подход с запуском Т-клеточного ответа и, в перспективе, защитой от нескольких штаммов коронавируса одновременно становится более популярным при разработке новых вариантов вакцин.

Ученые из Института экспериментальной медицины (Санкт-Петербург) и Биотехнологической компании BIOCAD (Санкт-Петербург) разработали комбинированную вакцину-кандидата против вируса SARS-CoV-2 и вируса гриппа, призванную обеспечить стойкий Т-клеточный иммунитет. Предложенный кандидат вводится в нос в виде спрея и представляет собой рекомбинантный вирус гриппа, в геном которого молекулярными методами дополнительно внесены те участки белков коронавируса, которые распознаются Т-клетками человека. При этом в качестве вирусного вектора использован ослабленный вирус гриппа — компонент отечественной живой гриппозной вакцины (ЖГВ). Интересно, что внесенные участки внутренних белков коронавируса отличаются у разных штаммов значительно меньше, чем у поверхностных белков, против которых формируются антитела, в связи с чем снижается вероятность потери эффективности даже при мутациях вируса. Разработчики проверили безопасность и эффективность предложенного кандидата экспериментально на лабораторных мышах. В первую очередь исследователи доказали, что на третьи сутки после введения вакцины в тканях легких животных не обнаруживаются живые частицы вакцинного вируса. Это говорит о том, что входящие в состав вакцины возбудители действительно не были способны размножиться в нижних дыхательных путях, а потому не могли вызвать заболевание. Далее ученые оценили иммунный ответ, который появляется после

вакцинации. Оказалось, что уровень антител и Т-лимфоцитов, специфичных вирусу гриппа, у мышей многократно увеличился по сравнению с нормой. Однако на этой модели не удалось достоверно проследить иммунный ответ, который вызывают встроенные в вирус гриппа участки белков коронавируса. Поэтому авторы провели серию экспериментов на культуре лимфоцитов — защитных клеток крови, взятых у людей, переболевших COVID-19. Результаты доказали, что целевые сайты SARS-CoV-2 успешно доставляются в организм в составе вакцины и активируют Т-клетки иммунной системы.

Кроме того, авторы проверили работу препарата на более крупных грызунах — сирийских хомяках. Шестнадцати животным ввели вакцину дважды с интервалом в три недели, другая группа грызунов получила вместо препарата плацебо. Еще через три недели после второго этапа иммунизации несколько животных из обеих групп были искусственно заражены коронавирусом или вирусом гриппа. Оказалось, что в обоих случаях вакцинированные хомяки, в отличие от получивших плацебо, не имели клинических проявлений заболевания, и их иммунитет быстро справился с возбудителями. «Предложенная вакцина-кандидат показывает высокую эффективность против коронавируса и вируса гриппа. Создание такого препарата может обеспечить формирование Т-клеточного иммунитета, в разы более долговечного, чем защитное действие антител», — рассказывает руководитель проекта, поддержанного грантом РФФИ, Ирина Исакова-Сивац, доктор биологических наук, член-корреспондент РАН, заведующая лабораторией иммунологии и профилактики вирусных инфекций Института экспериментальной медицины.

Исследователи из Университета Калгари (2) нашли новый подход к лечению бактериальных кожных инфекций. В исследовании, исследовательская группа описала новое открытие, которое может привести к прогрессу в лечении бактериальных инфекций и ран. Ранее исследователи полагали, что нейтрофилы и моноциты (белые кровяные тельца) работают в связке над удалением бактерий с инфицированного участка кожи. Когда эти клетки работают вместе, они действуют как первая линия защиты иммунной системы организма. Но это исследование показало, что моноциты сами по себе способны способствовать более быстрому заживлению ран. Моноциты помогают процессу заживления, регулируя уровень лептина и рост кровеносных сосудов во время заживления ран. Они также вырабатывают грелин, гормон, который помогает ранам заживать быстрее. Гормон грелин вырабатывается желудком, когда вы голодны, а лептин вырабатывается жировыми клетками после того, как вы поели и почувствовали себя сытыми. Этот баланс между грелином и лептином долгое время считался критически важным для обмена веществ и питания, но до сих пор не было известно о его связи с иммунными механизмами и восстановлением тканей.

Используя прижизненную микроскопию, которая позволяет наблюдать живые клетки, ученые визуализировали иммунный ответ на бактерии золотистого стафилококка (*S. aureus*) на животной модели. Золотистый стафилококк — это микроб, который обычно находится на коже или в носу здорового человека. Он может быть катализатором широкого спектра заболеваний, связанных с инфекциями кожи и тканей, таких как абсцессы или фурункулы. В некоторых случаях бактерии могут привести к тяжелым инфекциям, таким как пневмония и эндокардит, опасное для жизни воспаление внутренней оболочки камер и клапанов сердца. После заражения

S. aureus организм рекрутирует эти полезные иммунные клетки, нейтрофилы и моноциты. Нейтрофилы очищают организм от бактерий, в то время как моноциты помогают восстанавливать ткани. В отсутствие моноцитов наблюдается повышенная выработка лептина, что приводит к росту кровеносных сосудов при инфекции. Результатом может быть замедленное заживление и образование рубцов. Напротив, моноциты продуцируют грелин в месте инфекции, который блокирует образование избыточного роста кровеносных сосудов, вызванного лептином, что приводит к восстановлению тканей.

Ведущий исследователь Дж. Пол Кубес и его исследовательская группа считают, что это исследование поможет внедрить метаболические гормоны (грелина и лептина) в области иммунологии и микробиологии. «Несмотря на то, что перевод наших исследований в практическую плоскость потребует еще многих экспериментов и задействует модель, более тесно связанную с человеческими заболеваниями, сегодня мы сделали фундаментальное открытие, которое может улучшить восстановление тканей у людей, особенно в трудноизлечимых случаях», — сказал Рэйчел Кратофил, соавтор исследования. Дальше исследователи хотят детальнее изучить функции иммунных клеток, таких как нейтрофилы, во время инфекции. Их интересует, как нейтрофилы очищаются от инфекции и выполняют ли нейтрофилы другие функции в дополнение к очистке от бактерий.

Терапия лейкемии, проводимая пожилому жителю Нидерландов, который на момент ее начала был полностью седым, вернула пигментацию его волос. (3). О необычном клиническом случае сообщили наблюдавшие пациента врачи из Больницы имени Альберта Швейцера в Дордрехте, провинция Южная Голландия. Изредка поседение волос, или ахромотрихия, появляется в силу сторонних причин, таких как дефицит витамина B12, прогерия и некоторые другие наследственные заболевания, хроническое недоедание, прием некоторых химиотерапевтических и противомаларийных препаратов, предположительно ингибирующих рецепторную тирозинкиназу c-kit в пигментных клетках (меланоцитах), заядлое курение и некоторые другие. Такая седина, как правило, появляется преждевременно, и в некоторых случаях обратима при устранении ее причины.

Первичное поседение является нормальным компонентом процесса старения, время его появления обусловлено генетически. Оно связано с гибелью меланоцитов в волосяных фолликулах и в целом считается необратимым. Один казуистический случай спонтанного возвращения пигментации у 38-летнего мужчины описал в 1972 году британский врач Стэнли Комиш (Stanley Comaish). В 2020 году американские исследователи обнаружили молекулярные признаки обратимости седины у 14 добровольцев, однако в этих случаях была показана ее четкая связь с уровнем стресса. Пациент нидерландских врачей, которому на момент обследования был 51 год, за 18 месяцев до этого начал получать терапию хронической миелоидной лейкемии ингибитором тирозинкиназы второго поколения нилотинибом перорально. К тому времени он уже как минимум год был совершенно седым. В ходе планового осмотра мужчина сообщил онкологам, что во время приема нилотиниба стал замечать постепенную репигментацию седых волос, в результате которой к ним практически полностью вернулся натуральный цвет. Пациент выразил свое удовольствие по этому поводу.

Опрос и изучение медицинской карты показали, что во время терапии мужчина не начинал и не прекращал прием других препаратов и не использовал какие-либо средства окраски волос. Помимо возвращения натурального цвета, никаких изменений пигментации волос, кожи и слизистых оболочек не наблюдалось. Обследование показало «выраженный ответ на молекулярном уровне» — какой именно, авторы сообщения не уточняют; речь может идти и о прямом действии нилотиниба, и о продукции меланина в волосяных фолликулах. В итоге пациенту поставили диагноз «медикаментозная репигментация волос, вызванная применением ингибитора тирозинкиназы». Учитывая улучшение по основному заболеванию, пациенту предписали продолжать прием нилотиниба, и сесть снова он не начал. Учитывая, что ранее при приеме ингибиторов тирозинкиназ (сунитиниба, пазопаниба и иматиниба) наблюдали прямо противоположный эффект, случай нидерландского пациента выглядит весьма странно и может считаться ярким примером медицинской казуистики. Можно предположить, что он связан с наследственным полиморфизмом гена тирозинкиназы в меланоцитах волосяных фолликулов, обуславливающим атипичный ответ на нилотиниб, но подтверждений этого нет. В инструкции к препарату описаны такие побочные эффекты как алопеция (облысение) и гиперпигментация кожи, но не устранение седины

В доклинических исследованиях ученые США (4) обнаружили, что корень растения родиола розовая работает против всех основных симптомов диабета второго типа. Примечательно, что эффект достигается за счет изменений в микробиоте кишечника, которые затем последовательно «выправляют» все признаки болезни. Ученые из Калифорнийского университета в Ирвайне показали, что лечение экстрактом корней родиолы розовой может стать эффективной альтернативой медикаментозной терапии сахарного диабета второго типа. Безопасность и значимые терапевтические результаты приближают терапию к клиническим исследованиям. Эксперименты на моделях мышей с ожирением и диабетом показали, что лечение снижало уровень сахара в крови натощак, улучшала реакцию на инъекции инсулина и состав бактерий кишечника, а также снижала несколько биомаркеров воспаления.

Дальнейшие наблюдения установили, что экстракт действует через изменения в составе микробиоты кишечника. Сначала лечение улучшает целостность кишечного барьера и снижает перемещение воспалительных молекул в кровотоки. В итоге это оказывает положительное влияние на массу тела и, следовательно, на реакцию инсулина, объясняют авторы. Теперь они намерены определить все молекулярные механизмы, запускаемые введением экстракта в организм. После этого они планируют проведение клинических исследований

Вакцина от рака добилась 40% случаев ремиссии после опухоли с метастазами(5). Впечатляющий результат объясняется тем, что препарат нацеливается непосредственно на лимфатические узлы, создавая тем самым усиленный иммунный ответ и иммунную память. В лабораторных экспериментах животные оставались здоровыми даже после повторного введения клеток рака в организм. Новая таргетная противораковая мРНК-вакцина создана учеными из Университета Тафтса. Принцип действия схож с мРНК-вакцинами от COVID-19: мРНК кодирует обнаруженные в раковых клетках антигены, а липидные наночастицы

нацеливаются на лимфатическую систему и обучают иммунные клетки атаковать раковые. Именно такое целевое воздействие (в первую очередь, на лимфоузлы) делает иммунный ответ значительно сильнее. «Нацеливания на лимфатическую систему позволило нам преодолеть множество проблем, с которыми обычно можно столкнуться при разработке вакцин от рака», — прокомментировал соавтор работы Цяобин Сюй.

На примере моделей мышей с метастатической меланомой ученые продемонстрировали эффективность лечения. Терапия значительно подавляла рост опухолей, а в 40% случаев полностью излечивала животных без случаев рецидива в долгосрочной перспективе. При повторном введении опухолевых клеток грызуны не развивали рак, что указывает на формирование отличной иммунной памяти, подчеркнули авторы. По их мнению, такой подход перспективен не только в лечении рака, но и в борьбе с вирусами и другими патогенами. Дальнейшие исследования позволят оценить потенциал вакцины против других типов опухолей и универсальность стратегии в целом.

Ученые используют математическое моделирование для управляемой сборки двумерных бактериальных систем с нужными функциями. Биологи из Массачусетского технологического института (6) использовали математическое моделирование для управления генно-модифицированными бактериями кишечной палочки (*E. coli*). Им удалось запрограммировать бактериальные системы для превращения в произвольные двумерные структуры с нужными свойствами. Контролируемый рост модифицированных бактерий позволяет создавать структуры заданной формы.

Исследователи создали набор инструментов для биоинженерии, чтобы контролировать свойства межклеточной адгезии подвижных бактериальных клеток. Генетически модифицированные бактерии выращивают определенные молекулы на своих клеточных стенках, которые действуют как стыковочные шлюзы для подходящих клеток-партнеров. Как в конструкторе LEGO, только клетки с совпадающими молекулами могут соединяться, объясняют ученые. Когда две клеточные популяции с соответствующими молекулами адгезии сталкиваются, они образуют видимую сплошную границу, положение и форма которой определяются начальными позициями посева и концентрациями клеток. С помощью компьютерного моделирования ученые рассчитывают рост и распространение колоний различных вариантов бактерий, чтобы создавать на месте стыка бактерий нужные плоские структуры. В своем исследовании ученые показали, как с помощью управляемого роста можно сформировать плоские живые поверхности, включающие каналы для транспортировки жидкостей. Кроме того, исследователи полагают, что разработка пригодится для создания биосенсоров, чувствительных к различным внешним раздражителям. Биологи продолжают исследовать управляемые живые системы. В будущих экспериментах они хотят перейти к созданию трехмерных структур и систем, производящих в определенных точках различные химические вещества.

Ученые из Университета Дьюка (США) создали первый заменитель хряща на основе геля (7), который еще прочнее и долговечнее, чем настоящий хрящ. Гидрогель изготовлен из водопоглощающих полимеров. Его можно сжимать и тянуть с большей силой, чем натуральный хрящ, и он в три раза более устойчив к износу. Чтобы

получить этот материал, команда наполнила тонкие листы целлюлозных волокон поливиниловым спиртом — полимером, состоящим из нитевидных цепочек повторяющихся молекул, — для образования геля. Волокна целлюлозы действуют подобно волокнам коллагена в естественном хряще: они придают прочности гелю при растяжении. Поливиниловый спирт же помогает ему вернуться к своей первоначальной форме. В результате получается желеобразный материал, состоящий на 60% из воды. Он эластичный, но удивительно прочный. Этот материал крепится к титановой основе, которую устанавливают на место поврежденного хряща. Лабораторный хрящ оказался на 26% прочнее естественного хряща при растяжении, и на 66% прочнее при сжатии. Раньше, в попытке создать более прочные гидрогели, ученые использовали процесс замораживания-оттаивания. Он позволял получить кристаллы внутри геля, которые вытесняют воду и помогают удерживать полимерные цепи вместе. В новом исследовании вместо этого применили термическую обработку — отжиг, — чтобы заставить еще больше кристаллов сформироваться в полимерной сетке.

Увеличив содержание кристаллов, исследователи смогли создать гель, способный выдерживать в пять раз большую нагрузку от растяжения и почти в два раза большую нагрузку от сжатия по сравнению с методами замораживания-оттаивания. Улучшенная прочность отожженного геля также помогла закрепить его на суставе и заставить его оставаться на месте. Искусственный гидрогель имитирует гладкую, скользкую и податливую природу настоящего хряща. При этом он защищает другие суставные поверхности от трения, когда они скользят по имплантату. Его поверхность оказалась в три раза прочнее поверхности настоящего хряща. Имплантаты из нового материала в настоящее время разрабатываются компанией Sparta Biomedical и тестируются на овцах. Исследователи готовятся начать клинические испытания на людях в следующем году.

Генетики из Кембриджского университета успешно изменили группу крови в почках трех умерших доноров (. Исследование поможет увеличить количество донорских органов, доступных для трансплантации. В своей работе ученые использовали нормотермическую перфузионную машину. Это устройство соединяется с человеческой почкой и имитирует систему кровообращения, чтобы прогнать через орган кровь, насыщенную кислородом. Такая технология позволяет дольше сохранять органы жизнеспособными. Исследователи добавили в кровь специальный фермент. Он действовал как «молекулярные ножницы», удаляя маркеры группы крови (антигены), выстилающие кровеносные сосуды почек, в результате чего орган превратился в наиболее распространенный тип O (I группа крови). Почку от человека с группой крови A (II группа) нельзя пересадить человеку с группой крови B (III группа) и наоборот. Это связано с наличием определенных антигенов: у человека с антигенами типа A иммунитет вырабатывает антитела против антигенов типа B. Но изменение группы крови почки на универсальную позволит проводить больше трансплантаций, поскольку такие органы можно использовать для людей с любой группой крови без риска отторжения.

Одним из самых больших ограничений в отношении того, кому можно пересадить донорскую почку, является тот факт, что у вас должна быть совместимая группа крови, — Майк Николсон, профессор трансплантационной хирургии Кембриджского университета. Перед тем, как новый метод можно будет

использовать в реальных медицинских операциях, ученые исследуют, как «универсальная» почка будет работать в нормальной системе кровообращения пациентов со II и III группами крови. Они планируют провести тестирование с помощью перфузионного аппарата, пропуская кровь различных групп через орган, а затем провести клинические испытания на людях.

Сегодня пациентам для поддержания жизни требуются регулярные переливания крови. Новый препарат Zynteglo требует всего одной инъекции для выздоровления. Согласно данным клинических исследований, ремиссии достигают 89% пациентов. Стоимость Zynteglo составит \$2,8 млн, что делает терапию самой дорогой в мире. Препарат Zynteglo (бетибеглоген аутотемцел) разработан в биотехнологической компании BlueBird Bio и теперь одобрен американским регулятором FDA для лечения взрослых и детей с бета-талассемией — редким наследственным заболеванием крови, наиболее тяжелой формой талассемии. Zynteglo представляет собой продукт генной терапии, который обеспечивает ремиссию у подавляющего большинства пациентов после однократного применения. В настоящее время пациентам требуются пожизненные переливания эритроцитарной массы (обычно такие процедуры проводят каждые 2–5 недель), что помимо значительного снижения качества жизни связано с многочисленными осложнениями на сердце, печень и другие органы.

Новое лечение проводится с применением собственных стволовых клеток костного мозга пациента, которые модифицируются для производства функционального бета-глобина. У пациентов с бета-талассемией мутации бета-глобина вызывают снижение уровня гемоглобина и эритроцитов в крови, приводя к нарушениям в доставке кислорода к органам. Безопасность и эффективность терапии была установлена по результатам клинических исследований с участием взрослых и детей. Они показали, что 89% пациентов добились ремиссии — независимости от переливаний крови для поддержки адекватного уровня гемоглобина — в течение как минимум 12 месяцев. До сих пор самым дорогим препаратом считалась «Золгенсма» для лечения спинальной мышечной атрофии, курс лечения которым стоит \$2 млн. Невероятно высокая стоимость таких препаратов объясняется тем, что цена однократного укола примерно равна затратам на пожизненное медицинское обслуживание пациента. Хотя в клинических испытаниях Zynteglo не было обнаружено серьезных побочных эффектов, в других испытаниях подобных видов генной терапии сообщалось о случаях рака. На сайте FDA сообщается о необходимости контроля показателей крови на наличие признаков рака в течение как минимум 15 лет. Все последствия новой клеточной терапии еще предстоит выяснить в рамках клинического использования.

Еще один способ применения технологии дополненной реальности придумали в Японии (10) — оказывается, гарнитуры AR могут спасти жизни больным. В ходе только что объявленных испытаний фельдшеры нескольких машин скорой помощи будут носить умные очки Vuzix M400, обследуя пациентов в тяжелом состоянии и транслируя данные врачам в приемном покое больницы. Пока неотложка еще в пути, врачи в клинике смогут обследовать пациента в режиме реального времени, глядя на него глазами фельдшеров. Это позволит им подставить предварительный диагноз и подготовиться к приему пациента. В частности, через очки дополненного зрения врачи увидят показания медицинских приборов — пульс,

электрокардиограмму — а также смогут провести визуальный осмотр больного, находящегося в тяжелом состоянии. Кроме того, через очки фельдшеры смогут общаться с коллегами в больнице, спрашивать совета и получать инструкции. По замыслу организаторов эксперимента, это должно быть удобнее, чем разговаривать по телефону или по радиосвязи. Также на основании собранной в пути информации медики в больнице смогут лучше подготовиться к приему больного и быстрее начнут лечение, как только машина прибудет.

Гарнитура Vuzix M400 выпускается для корпоративных клиентов, обеспечивает разрешение картинки 4K при 60 кадрах в секунду. Управлять ею можно при помощи датчиков на оправе, жестами или голосовыми командами. В автономном режиме работают от двух до 12 часов, в зависимости от аккумулятора. Защищены от падения, пыли и жидкости. Если испытания в районе Сунто Ицу окажутся успешными, опыт будет распространен на другие регионы Японии. Организаторами эксперимента выступают Пожарная часть Синто Ицу, Университет Джунтендо и Больница Сицуока, а также производитель устройств расширенной реальности AVR Japan.

Исследователи Седарс-Синайского медицинского центра (11) создали самые био-реалистичные и сложные компьютерные модели отдельных клеток мозга, Исследование подробно описывает, как эти модели помогут ответить на вопросы о неврологических расстройствах и человеческом интеллекте. Их невозможно исследовать с помощью биологических экспериментов. «Эти модели фиксируют форму, время и скорость электрических сигналов, которые нейроны посылают друг другу, что считается основой функционирования мозга, — отметил Костас Анастасиу, научный сотрудник отделения нейрохирургии Седарс-Синайского медицинского центра и старший автор исследования. — Это позволяет нам воспроизводить мозговую активность». По словам Анастасиу, эти модели используют при работе над теориями, для проверки которых в лаборатории потребовались бы десятки экспериментов. Еще одним преимуществом моделей является то, что они позволяют исследователям полностью контролировать условия эксперимента. Это поможет установить, что один параметр, например, белок, вызывает изменение в конкретной клетке и приводит к эпилепсии. В обычной лаборатории исследователи могут выявить связь, но доказать причину зачастую бывает трудно. «В лабораторных экспериментах исследователь не контролирует все, — говорит Анастасиу. — Много контролирует биология. Но в вычислительной модели все параметры находятся под контролем создателя. Я могу изменить один параметр и посмотреть, как он влияет на другой, что очень трудно сделать в реальном биологическом эксперименте». Анастасиу и его команда сейчас работают над созданием вычислительных моделей человеческих клеток для изучения функций мозга и заболеваний у людей.

Группа исследователей из Германии и США использует бактериальный биосинтез для производства антибиотика, содержащего фтор. Бактерии и грибы часто производят сложные природные соединения, чтобы получить преимущество в росте. Из таких соединений можно получить лекарство, если немного изменить эти вещества, добавив один или несколько атомов фтора. Например, в случае антибиотика эритромицина присоединенный атом фтора дает важные преимущества. Новый эритромицин, полученный с помощью этого процесса, легче усваивается организмом и более эффективен против патогенных микроорганизмов, выработавших устойчивость к этому антибиотику. Тем не менее, современные

синтетическо-химические способы введения фтора в природные вещества очень сложны. Это может означать, например, что ученые очень ограничены в выборе позиций, в которые можно присоединить атом фтора.

Немецко-американская команда ученых создала фермент (12), который может производить фторированные антибиотики с помощью нескольких реакций. Ученые ввели атом фтора как часть небольшого субстрата во время биологического синтеза макролидного антибиотика. Для этого они внедрили в бактериальный белок субъединицу фермента — синтазу жирных кислот. Этот фермент естественным образом участвует в биосинтезе жиров и жирных кислот у мышей. Как объясняют авторы работы, синтаза жирных кислот не очень избирательна в обработке предшественников, которые также важны для производства антибиотиков в бактериях. Благодаря продуманному дизайну продукта команде удалось интегрировать субъединицу мышинового фермента в соответствующий процесс биосинтеза антибиотика. «Самое интересное заключается в том, что с помощью эритромицина мы смогли фторировать представителя гигантского класса веществ, так называемых поликетидов, — говорят авторы работы. — Существует около 10 тысяч известных поликетидов, многие из которых используются в качестве натуральных лекарств, например, в качестве антибиотиков, иммунодепрессантов или лекарств от рака. Таким образом, наш новый метод обладает огромным потенциалом для химической оптимизации этой группы природных веществ — в антибиотиках, прежде всего, для преодоления устойчивости к ним».

Китайские ученые (13) создали новый метод кодирования данных в ДНК «*in vivo*». Технология обеспечивает высокую эффективность перезаписи данных. Ученые из Университета Цинхуа, Чжэцзянского университета и Китайской академии наук разработали алгоритм кодирования информации в ДНК «*in vivo*» (внутри живой клетки) и механизм редактирования записанных данных. Система из двух плазмид подходит для хранения, чтения и перезаписи различных типов информации, включая текст, кодовые книги и изображения. В своей работе исследователи использовали систему, состоящую из двух плазмид. Это небольшие молекулы ДНК, обособленные от хромосом и способные к автономной репликации. Ученые ввели две такие молекулы, отредактированные с помощью технологии CRISPR, в клетки кишечной палочки (*Escherichia coli*). Чтобы обеспечить эффективность записи, хранения и надежность перезаписи информации, генетики использовали различные CRISPR-ассоциированные белки (Cas) и рекомбиназу. Они использовали молекулы РНК CRISPR, соответствующие нужной информации, чтобы найти и перезаписать нужную информацию. При этом рекомбиназа реконструировала ДНК, чтобы подготовить ее для кодирования новой информации.

Схема эксперимента. Цифровая информация была закодирована в последовательности ДНК с использованием алгоритма кодирования высокой плотности. Затем последовательности клонировали в плазмиду живых клеток. Перезапись информации осуществлялась с помощью двухплазмидной системы на основе CRISPR-Cas12a- λ Red, кодирующая матрица которой была клонирована в плазмиде. Исходная информация была специально перезаписана путем замены фрагмента ДНК-мишени в инфоплазмиде фрагментом ДНК донора. После проверки переписанная информация была расшифрована путем декодирования последовательности ДНК в новой плазмиде. Эксперименты показали, что с помощью

этой технологии оптимизированную последовательность CRISPR РНК легко адаптировать для записи изменения любой сложной информации. Генетики смогли достичь надежности перезаписи в 94%. При этом переписанная информация стабильно сохранялась и усиливалась на протяжении сотен поколений бактерии.

Технология хранения данных ДНК имеет два режима, объясняют авторы работы: «режим жесткого диска *in vitro*» и «режим компакт-диска *in vivo*». Преимущество хранения информации в живых клетках — недорогая и надежная репликация. Благодаря этому этот режим можно использовать для быстрого и недорогого распространения копий данных. Исследователи полагают, что плазмидная система может служить универсальной платформой для перезаписи информации на основе ДНК «*in vivo*». Ее можно использовать в качестве новой стратегии обработки информации и целенаправленной перезаписи больших и сложных данных на молекулярном уровне. При этом тот же подход можно применять и к живому хозяину с более крупным геномом, например, к дрожжам, чтобы хранить большой объем данных.

Ученые из Калифорнийского университета в Сан-Диего (США) успешно модифицировали кишечную палочку, которая жила в кишечных микробиомах человека и мыши, чтобы она могла лечить такие заболевания, как диабет (14). Группа напрямую сконструировала кишечную палочку, полученную от организмов-хозяев. Она является частью микрофлоры кишечника и адаптирована к каждому из нас: к типу продуктов, которые мы едим, к стрессам, которые испытывает или вызывает наш организм, и к нашему генетическому фону. Микрофлора постоянно меняется — поэтому совсем новым бактериям — например, лабораторным штаммам — было бы сложно прижиться, не говоря уже о лечении болезни. Кишечная же палочка *E. coli*, извлеченная из микробиома организма-хозяина, может выживать во враждебной среде кишечника достаточно долго. «Мы разработали эти бактерии, чтобы они стали «фабриками», которые могут жить в нашем микробиоме и потенциально производить лекарства, — говорит Амир Зарринпар, ведущий автор статьи. — Мы знаем, что кишечная палочка может подхватывать патогенные гены и вызывать заболевания, и теперь мы просто понимаем, что, если мы введем полезный ген, это может помочь нам лечить хронические заболевания — и, возможно, даже вылечить некоторые из них».

Команда выделила кишечную палочку и добавила ей белок-гидролазу BSH. После *E. coli* с BSH ввели мышам — и бактерии обнаруживались по всему кишечнику мышей и сохраняли свою активность в течение всей жизни хозяина. Группа также показала, что активность BSH может замедлять развитие диабета у мышей. Аналогичную модификацию ученые провели и с *E. coli*, извлеченной из кишечника человека. Несмотря на то что результаты оказались успешными, в разработке таких бактерий есть определенные сложности. «Собственные бактерии организма очень устойчивы к модификациям; это часть их врожденного защитного механизма», — говорит Зарринпар. Данные показывают, что вставка гена в такую бактерию имеет примерно в 100 раз меньшую вероятность успеха, чем при использовании бактерий лабораторного штамма, но Зарринпар и его команда оптимизируют этот процесс. «Сейчас доступно много новых инструментов генной инженерии, которые позволяют нам более эффективно создавать эти бактерии», — цитируют исследователей в

пресс-релизе. Группа планирует использовать эту технологию, чтобы найти способы лечения большого количества хронических и генетических заболеваний.

Японские ученые предложили двухэтапный механизм регуляции (15), который регулирует распределение центромер при делении клетки. Согласно их исследованию, конфигурация центромер в ядре влияет на целостность генома. Когда клетка делится, к ее противоположным концам подтягиваются особые хромосомные домены – центромеры. Как только этот процесс завершается и ядро новой клетки сформировано, центромеры распределяются в ядре. Если центромеры, стянутые к двум полюсам, так там и останутся, центромеры будут сгруппированы только с одной стороны ядра. Это неравномерное распределение центромер называется конфигурацией Rabl. Если же центромера распределяются более равномерно, говорят о конфигурации не-Rabl. «Биологическая функция и молекулярный механизм конфигурации Rabl или не-Rabl были загадкой на протяжении веков, — сказал автор исследования Сатихиро Мацунага, профессор Токийского университета. — Мы успешно раскрыли молекулярный механизм построения конфигурации, отличной от Rabl».

Исследователи изучили растение резуховидка Таля (*Arabidopsis thaliana*): и образец, который не имеет конфигурации Rabl, и его мутантную форму с Rabl. Оказалось, что белковые комплексы, известные как конденсин II (CII) и LINC, работают сообща, определяя, как центромерам распределиться во время клеточного деления. То есть «распределение центромер для конфигурации, отличной от Rabl, регулируется независимо комплексом CII-LINC и белком ядерной пластинки, известным как CROWDED NUCLEI (CRWN)», отмечают авторы работы. На первом этапе механизма, который обнаружили исследователи, комплекс CII-LINC опосредует рассеяние центромер от поздней анафазы к телофазе (эти две фазы приходятся на конец клеточного деления). Второй этап процесса заключается в том, что белки CRWN стабилизируют рассеянные центромеры на ядерной пластинке внутри ядра. Затем исследователи проанализировали экспрессию генов резуховидки и у ее «мутанта» со структурой Rabl. Поскольку изменение пространственного расположения центромер также меняет пространственное расположение генов, исследователи ожидали найти различия в экспрессии генов, но эта гипотеза не подтвердилась. Тем не менее, при повреждении ДНК у растения с Rabl органы росли медленнее, чем у нормального растения. «Это говорит о том, что точный контроль пространственного расположения центромер необходим для роста органов в ответ на повреждения ДНК, и нет никакой разницы в устойчивости к факторам повреждения ДНК между организмами с не-Rabl и Rabl, — сказал Мацунага. — Это говорит о том, что соответствующее пространственное расположение ДНК в ядре независимо от конфигурации Rabl важно для реакции на стресс». Далее ученые планируют найти источник энергии, который изменяет пространственное расположение определенных участков ДНК, и механизма, который распознает конкретную ДНК. «Ожидается, что эта технология позволит создавать стрессоустойчивые организмы, а также придавать им новые свойства и функции за счет изменения пространственного расположения ДНК, а не редактирования ее нуклеотидной последовательности», — заключают ученые.

Синтетические эмбрионы из стволовых клеток успешно вырастили без матки. Метод снижает потребность в тестировании на живых животных и станет источником тканей и органов для трансплантации. Исследователи стволовых клеток из Института

науки Вейцмана в Израиле (16) создали синтетические мышинные эмбрионы без использования спермы или яйцеклеток. Их вырастили в искусственной матке почти до половины всего периода беременности. В этот момент у эмбрионов уже выросли предшественники органов, включая бьющееся сердце. В конечном итоге технология пригодится, чтобы выращивать органы для трансплантации. Новое исследование израильских ученых основано на двух предыдущих работах группы. Первая работа акцентировалась на перепрограммировании стволовых клеток в «наивное» состояние, которое позволяет им дифференцироваться в другие. Вторым экспериментом ученые посвятили разработке устройства, которое позволит эффективно выращивать эмбрионы вне матки. Объединив эти два метода, биологи вырастили одни из самых передовых на сегодняшний день синтетических эмбрионов мышей. Они использовали наивные стволовые клетки мышей, которые несколько лет назад культивировали в чашке Петри. Их разделили на три группы, которые играют ключевую роль в развитии эмбриона.

Одна группа содержала клетки, которые разовьются в эмбриональные органы. Два других типа обработали мастер-регуляторными генами внеэмбриональных тканей — плаценты для одной группы и желточного мешка для другой. Затем три типа клеток смешали вместе в искусственной матке, которая тщательно контролирует давление и кислородный обмен, а также мягко перемещает образцы, чтобы имитировать естественный поток питательных веществ. Оказавшись внутри, три типа клеток слиплись вместе, чтобы сформировать структуры, подобные эмбрионам. Как и следовало ожидать, подавляющее большинство на этом этапе погибло, и только 0,5% — или 50 из примерно 10000 — успешно развивалось дальше. Дальнейшее исследование показало, что форма внутренних структур и паттерны экспрессии генов синтетических эмбрионов соответствуют естественным с точностью до 95%. Их органы также казались функциональными.

О связи сердечно-сосудистых заболеваний и диеты, богатой красным мясом, известно давно, однако до сих пор ученым не удалось точно определить механизм развития болезни на фоне такого питания. Новая работа идентифицировала эти биологические пути. Главную роль в данном механизме играют бактерии кишечника. Исследование американских ученых университета Тафтса (17) охватывает почти 4 тыс. пожилых мужчин и женщин, за которыми наблюдали в среднем около 12 лет. Сначала авторы установили, что повышенное употребление красного и переработанного мяса — около 1 порции в день — повышает риски сердечно-сосудистых заболеваний на 22%. Затем был определен механизм этой взаимосвязи. Оказалось, что красное мясо повышает вероятность болезней сердца и сосудов за счет выработки трех метаболитов, производимых кишечными бактериями из питательных веществ, содержащихся в мясе. Речь идет о N-оксиде триметиламина (ТМАО), гамма-бутиробеттаине и кротонобеттаине, которые в большом количестве содержатся в красном мясе, объясняют авторы. Для рыбы, птицы и яиц такой корреляции не обнаружено.

«Связь красного мяса, микробиоты кишечника и биоактивных метаболитов, как мы видим, является важным фактором риска и новой терапевтической мишенью для профилактики сердечно-сосудистых заболеваний», — прокомментировала соавтор работы Мэн Ван. Примечательно, что ранее высокие уровни ТМАО и родственных метаболитов были идентифицированы в качестве биомаркеров риска ранней

смертности не зависимо от статуса сердечно-сосудистых и других заболеваний. У пожилых людей они повышали риски смерти на 20–30%. «Хорошая новость в том, что уровни ТМАО можно эффективно корректировать диетой», — заявили ученые.

Появление простого и доступного анализа крови на глиобластомы даст возможность диагностировать этот смертельно опасный вид рака мозга на ранних стадиях и более эффективно. Группа ученых из Англии (18) разработала математические модели оценки современного использования биомаркеров в определении глиобластом и нашла способ значительно улучшить эти методы диагностики. В рамках междисциплинарного проекта по созданию доступных анализов крови для диагностики рака мозга ученые из Университета Бристоля разработали математические модели и объединили их с экспериментальными данными, в результате чего было установлено, что в случае биомаркера глиобластомы — глиального фибриллярного кислого белка (GFAP) — снижение порогового значения может служить маркером начала развития заболевания. Также ученые исследовали воздействие характеристик опухолей и особенностей пациентов на диагностику и стратегии излечения.

Получение большего объема экспериментальных данных позволит измерить существующие отличия в опухолевых тканях среди пациентов и дополнить модели, чтобы повысить точность предсказания для различных опухолей. Ученые продемонстрировали, как можно сочетать разработанную ими модель с другими методами диагностики, например, с различными сканированиями, чтобы получить более персонализированную картину и подобрать более эффективное лечение. «Эти математические модели можно использовать для изучения и сравнения новых биомаркеров и анализов на опухоли мозга по мере их возникновения. Мы надеемся, что наше исследование в конечном счете способствует разработке простого анализа крови на рак мозга, который позволит ставить диагноз раньше и с большими подробностями», — заявили авторы статьи.

Технология, разработанная группой из США и Швейцарии (18), может однажды облегчить доставку препаратов через кровоток для лечения закупоренных сосудов или раковых опухолей. Исследователи изучили потенциал микророботов «плавать» в кровотоке, чтобы направлять лекарства именно туда, где они необходимы. Недостатком этого подхода является то, что свободно плавающие микророботы с трудом преодолевают сложные потоки жидкости, существующие внутри человеческого тела. В результате частицы, которые необходимо доставить, часто рассеиваются. Новые искусственные микротрубочки могут преодолеть это ограничение. Они сделаны по типу микротрубочек в живых клетках, которые являются частью цитоскелета и используют молекулярные моторы, чтобы по ним «проехали» везикулы в разные места клетки. Эти двигатели находят способ справиться с колебаниями потока в кровеносных сосудах и других частях тела. Ученые попробовали воссоздать подобный механизм в искусственной микротрубочке. Ее тонкие волокна, состоящие из сшитых полимеров (чтобы микротрубочка были эластичными), были заделаны магнитными пластинами из никеля, расположенными на определенных расстояниях, как ступеньки. Микротрубочки шириной всего 80 микрон могут проскользнуть через узкие кровеносные сосуды. Применение вращающегося магнитного поля вокруг

искусственных микротрубочек превращает никелевые ступеньки в магниты, по которым один за другим «едет» груз металлических микророботов.

«Мы помещаем микротрубочки во вращающееся магнитное поле, как в МРТ. Если вы вращаете поле медленно, частицы движутся медленно, а если вращаете быстрее, частицы также ускоряются», — сообщают авторы работы. Ученые обнаружили «золотую середину» в силе магнитного поля. Слишком быстрое вращение заставляло частицы скользить по поверхности и рассеиваться от микротрубочки. В экспериментах исследовательская группа обнаружила, что микрочастицы могут перемещаться по волокну микротрубочек даже при воздействии сильных потоков жидкости, которые повторяют динамику кровотока. По сравнению с существующими технологиями доставка микрогрузов происходила на порядок быстрее. А точная регулировка магнитного поля обеспечивала точную доставку груза в нужное место даже в сложной сети судов.

Литература:

Development of a T Cell-Based COVID-19 Vaccine Using a Live Attenuated Influenza Vaccine Viral Vectorю Irina -Sivak и др. Vaccines Volume 10 Issue 7.

2.. A monocyte–leptin–angiogenesis pathway critical for repair post-infection. • Rachel M. Kratofil и др. Nature (2022), <https://www.nature.com/articles/s41586-022-05044-x>

3. Hair Repigmentation Induced by Nilotinib. Camille C.B. Kockerols, и Peter E. Westerwee. The New England Journal of Medicine (2022). <https://www.nejm.org/doi/full/10.1056/NEJMicm2119953>

4. The impact of Rhodiola rosea on biomarkers of diabetes, inflammation, and microbiota in a leptin receptor knockout mouse model. Mahtab Jafari^{1*}, Jasmin Grace Juanson Arabit и др. - Nature Scientific reports (2022) 12:10581

5. Lipid nanoparticle-mediated lymph node–targeting delivery of mRNA cancer vaccine elicits robust CD8⁺T cell response. Jinjin Chen, Zhongfeng Ye и др. – PNAS - 119 (34) e2207841119

6. 4-bit adhesion logic enables universal multicellular interface patterning. • Honesty Kim, Dominic J. Skinner - Nature, volume 608, pages324–329 (2022)/

7. A Synthetic Hydrogel Composite with a Strength and Wear Resistance Greater than Cartilage. Jiacheng Zhao, Huayu Tong и др. Advanced Functional Materials, 2205662

8. Cambridge researchers change donor kidney blood type. Mike Nicholson и Serena MacMillan. <https://www.cam.ac.uk/stories/kidneybloody>

9. New \$2.8-million gene therapy becomes most expensive medicine in history. Rich Haridy NEW ATLAS <https://newatlas.com/health-wellbeing/zynteglo-gene-therapy-fda-most-expensive-medicine>.

10. Japanese EMTs to start using AR glasses while transporting patients. Ben Coxworth NEW ATLAS. <https://newatlas.com/vr/japanese-emts-vuzix-ar-glasse>

11. Single-neuron models linking electrophysiology, morphology, and transcriptomics across cortical cell types Anirban Nandi, Thomas Chartrand и др. Cell Reports VOLUME 40, ISSUE 6, 111176, AUGUST 09, 2022

12. Chemoenzymatic synthesis of fluorinated polyketides. • Alexander Rittner, Mirko Joppe и др. Nature Chemistry (2022) <https://www.nature.com/articles/s41557-022-00996-z>

13. In vivo processing of digital information molecularly with targeted specificity and robust reliability. YANGYI LIU, YUBIN REN и др. SCIENCE ADVANCES, 5 Aug 2022, Vol 8 Issue 3
14. Intestinal transgene delivery with native E. coli chassis allows persistent physiological changes. Baylee J. Russell, Steven D. Brown и др. Cell. VOLUME 185, ISSUE 17, AUGUST 18, 2022
15. Two-step regulation of centromere distribution by condensin II and the nuclear envelope proteins. • Takuya Sakamoto, Yuki Sakamoto и др. Nature Plants volume 8, pages 940–953 (2022)
16. Post-gastrulation synthetic embryos generated ex utero from mouse naive ESCs. Shadi Tarazi, Alejandro Aguilera-Castrejon и др. Cell. Published: August 01, 2022 <https://www.cell.com/cell/fulltext/S0092-8674%282022%2900981-3#%20>
17. Research Links Red Meat Intake, Gut Microbiome, and Cardiovascular Disease in Older Adults. Kim Thurler Tufts Now. <https://now.tufts.edu/2022/08/01/research-links-red-meat-intake-gut-microbiome-and-cardiovascular-disease-older-adults>.
18. Artificial microtubules for rapid and collective transport of magnetic microcargoes. Hongri Gu, Emre Hanedan и др. Nature Machine Intelligence (2022), https://www.nature.com/articles/s42256-022-00510-7#auth-Bradley_J_-Nelson

Доступность высококачественных и актуальных данных от спутников дистанционного зондирования Земли растет с каждым годом. Такие компании, как Capella Space и Maxar Technologies, несколько лет подряд предлагают всем желающим беспрецедентно дешевые радарные и оптические снимки земной поверхности высокого разрешения. Это позволяет гражданским аналитикам наблюдать за военными объектами по всему миру и находить интересные артефакты. В Советском Союзе Карачаево-Черкесия (тогда — автономная область, ныне — республика) стала домом для множества гражданских и военных объектов, связанных с изучением космического пространства. Наряду с колоссальными телескопами РАТАН-600 и БТА в горах Кавказа находятся инструменты и конструкции, созданные в интересах национальной обороны. Например, комплекс «Крона», состоящий из нескольких радаров и оптических приборов, предназначенных для обнаружения, отслеживания и идентификации аппаратов в околоземном пространстве. Задуманный на рубеже 1960-х и 1970-х, частично достроенный только в 1989-м и сданный в опытную эксплуатацию лишь к 1999 году, этот объект изначально предполагал не только мониторинг спутников, но и участие в их возможном уничтожении. А именно — как средство целеуказания для истребителей-перехватчиков с противоспутниковыми ракетами на вооружении. После распада СССР эти самолеты остались у Казахстана, так что потребовалась альтернатива.

Как показывает новое расследование ресурса The Space Review, ее создание находится на финальных стадиях. Самым явным доказательством расширения функционала «Кроны» стали спутниковые снимки, сделанные за последние несколько лет. На них хорошо видно, что около корпуса, на котором установлено оборудование приемно-передающего канала комплекса (крупное здание с одним куполом на крыше северо-западного торца), идут строительные работы. Рядом с ним возводили основание для еще одного купола и сооружали крытый переход к нему. Чтобы установить назначение этой пристройки, авторы материала в The Space Review проанализировали множество открытых источников: документы государственных контрактов, научные работы известных участников смежных проектов, а также судебные решения и отчетные документы подрядчиков. В результате удалось установить, что пристройка относится к проекту с шифром «Калина». Фактически это боевой лазер, предназначенный для ослепления спутников дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ). Потенциально он способен не только временно блокировать работу оптических сенсоров, но и повреждать их насовсем.

Насколько функциональна эта разработка — доподлинно не известно, однако ее существование почти не вызывает сомнений. При подготовке расследования The Space Review подтверждения различных работ в рамках «Калины» обнаружили не менее чем в трех независимых источниках. Карты Google обновили большую часть поверхности земного шара в 2022 году. Учитывая, что гора Чапал, на которой расположена «Крона» (на изображении) еще покрыта снегом, снимки сделаны не позднее начала апреля / ©Google, Maxar, CNES Теоретическая подготовка проекта началась на рубеже веков, а к 2011 году «Калина» получила финансирование для воплощения «в металле». Предполагается, что разработка в той или иной степени родственна небезызвестному «Пересвету». Последний находится в опытной

эксплуатации с 2018 года, а в 2020-м прошел «боевое крещение» в Сирии, о чем писал «Коммерсантъ». Ряд технических деталей о модернизации «Кроны» в рамках проекта «Калина» можно найти в Сети по запросам 30Ж6МК (индекс «ослепляющей» спутники установки) и 14Ц235 (индекс «канала» радиооптического комплекса). Предположительно, как основное средство неразрушающего деструктивного воздействия на космические цели используется твердотельный лазер с адаптивной оптикой.

Среди прочего реализация проекта сильно зависит от высокотехнологичных разработок ведущих российских физических институтов (например, ИГТУ имени Баумана) и дефицитной в условиях санкций производительной электроники. Кроме того, как минимум один из подрядчиков прошел процедуру ликвидации из-за финансовых проблем. Различные проекты лазерного противоспутникового оружия разрабатывали в СССР начиная с 1950-х. Поначалу технологический уровень промышленности того времени не позволял проверить теоретические выкладки на практике. Позднее, к середине 1960-х, стартовали сразу несколько программ лазерного оружия, среди которых были и нацеленные на угрозы в околоземном пространстве. Тем не менее добиться значительных успехов отечественным инженерам и ученым не удалось. Наиболее заметный результат в данной области — лазерно-оптический локатор (ЛОЛ), он же — приемо-передающий канал комплекса «Крона». Эта установка позволяет получать точнейшие данные о расстоянии до космических аппаратов, а также оценивать их форму и структуру по характеристикам отраженного луча. Результаты разработки «Калины», если ее завершат, должны быть крайне интересными с инженерной точки зрения. В XXI веке лазерные технологии, в том числе оружейные, становятся все важнее.

Министерство обороны Израиля объявило о начале испытаний новой роботизированной беспилотной боевой машины, которая разрабатывается в сотрудничестве с несколькими израильскими оружейными фирмами. Машина получила название Medium Robotic Combat Vehicle (M-RCV). Роботизированное транспортное средство создано при помощи ряда новейших технологий, расширяющих возможности маневрирования на труднопроходимой местности, перевозку тяжелых грузов, транспортировку и прием беспилотных летательных аппаратов (БПЛА). Оно способно выполнять задачи днем и ночью в любых погодных условиях при минимальном вмешательстве оператора.

Израильская компания Cameo-Tech представила Xaver 1000 — технологию, которая способна отслеживать объекты и людей сквозь стены в реальном времени. Система основана на наборе запатентованных сенсоров и алгоритмах машинного обучения, она может определять наличие людей за стеной, вооружены ли они, их количество и как далеко они находятся от сканируемой стены, стоит человек, сидит или лежит, куда обращено его лицо, а также общую планировку пространства. Внешний вид Xaver 1000 напоминает осветительные приборы, которые используются в кинопроизводстве. Система состоит из штатива, раскладывающихся панелей и 10,1 дюймового экрана, на который выводятся результаты сканирования и с него же осуществляется управление устройством. Когда оператор хочет узнать, что происходит за стеной, он просто фиксирует платформу у стены и запускает процесс идентификации. Устройство достаточно нескольких секунд, чтобы сформировать изображение с точной расстановкой предметов и людей за стеной и дальше

отслеживать их перемещение. Технология может отображать живые объекты за стенами с таким высоким разрешением, что она может определить, сидит ли человек, стоит или лежит, даже если он был неподвижен в течение значительного периода времени. По словам компании, также можно обнаружить определенные части тела.

По заявлениям Cameo-Tech, технология создает трехмерную визуальную картину и транслирует происходящее в режиме реального времени. Алгоритмы при этом самостоятельно интерпретируют собираемые данные — например, ИИ может определить планировку помещения, располагается ли за стеной человек, в какой позе он сейчас находится, куда направлено его лицо и есть ли при нем оружие. Подобная возможность будет особенно важна при проведении операций по освобождению заложников. В компании утверждают, что система легко проникает через все распространенные строительные материалы. В Cameo-Tech также добавили, что Xavier 1000 может стать «основной системой» проведения определенных операций для вооруженных сил, правоохранительных органов, разведывательных подразделений и поисково-спасательных групп. Во многом, это связано с простотой устройства — технология не требует понимания того, как работают алгоритмы и сканеры, а все, что требуется от оператора — разобраться в достаточно простом интерфейсе управления. В Cameo-Tech не раскрывают технологии, которые используются в устройстве. Xavier 1000 является частью семейства продуктов See Through Walls, которые компания разрабатывает в военных целях. Анонс новой технологии состоялся в рамках выставки Eurosatury 2022 в Париже.

Новая подводная лодка «Белгород» формально предназначена для решения научных задач и спасательных операций, однако среди ее оснащения есть и самое необычное термоядерное оружие из всех, когда-либо созданных. 8 июля 2022 года, состоялась передача российскому флоту подводной лодки К-329 «Белгород», построенной в Северодвинске. АПЛ проекта 09852 — лодка «специального назначения», поэтому открытых данных о ней чрезвычайно мало. «Подводная лодка «Белгород» открывает для России новые возможности в проведении различных исследований, позволяет проводить разноплановые научные экспедиции и спасательные операции в самых отдаленных районах Мирового океана», — заявил на церемонии главком ВМФ Николай Евменов. «Белгород» — самая длинная подлодка в мировой истории: в ней 184 метра, хотя на основе некоторых спутниковых снимков высказывались предположения и о большей длине. Вероятная ширина — 18,2 метра, подводное водоизмещение — 30 тысяч тонн. Общая мощность двух бортовых водородных ядерных реакторов ОК-650 — 380 тепловых мегаватт (электрическая мощность до конца не ясна).

Фотографий лодки очень мало, и на всех них тщательно закрыты винты. Утверждается, что они будут особо малозумными, и, видимо, это связано с их формой — отсюда и секретность вокруг «Белгорода». Также лодка должна иметь возможности нести автономные глубоководные аппараты типа «Палтус» и, как утверждается, блочные реакторы для системы «Шельф». Последняя, по информации из открытых источников, предназначена для роботизированных подводных гидроакустических станций сверхбольшого радиуса действия. Но самая необычная особенность лодки — в ее способности нести до шести «Посейдонов». Об этом оружии известно тоже далеко не все. Из достоверного: это торпеда с ядерным реактором на

борту и диаметром 1600 миллиметров. За счет реактора она имеет неограниченную дальность, глубина хода указывается до километра. Правда, в отдельных публикациях иностранной прессы утверждается, что глубина погружения будет неограниченной. Из дебатлируемого: максимальная скорость торпеды неясна. Реактор позволяет ей быть очень большой, но с точки зрения скрытности логичнее было бы ограничить скорость хода. Настолько малый подводный объект при скорости движения обычной подлодки будет практически невозможно обнаружить современными гидроакустическими средствами. Высказывались предположения, что аппарат будет иметь два режима: тихого хода и быстрого в случае необходимости рывка перед атакой цели.

Не совсем понятно, какой атомный реактор «Посейдон» несет на борту. В теории это может быть и свинцово-висмутовый, и натрий-калиевый. В любом случае он должен быть жидкометаллическим, поскольку иные типы реакторов в таком ограниченном объеме разместить довольно сложно. Мощность термоядерной боеголовки на борту «Посейдонов» неясна. Однако, по всей видимости, она может быть больше, чем у обычных боеголовок МБР, поскольку среди особенностей этого оружия значится способность создавать цунами необычайно большой высоты. С технической точки зрения «Посейдоны» выглядят несколько избыточными. На Земле сегодня нет средств перехвата для российских МБР последнего поколения «Сармат» с гиперзвуковыми планирующими боевыми блоками «Авангард». Зачем при этом создавать еще и неперехватываемые — в силу малой шумности — торпеды с неограниченной дальностью хода, не совсем ясно. Возможно, речь идет о перестраховке российской стороны, пытающейся снизить угрозу в случае появления у противника каких-то особенно серьезных средств противоракетной обороны, основанных на будущих технологиях, пока еще не освоенных человечеством.

Компания Reaction Engines начала программу испытаний, которые должны значительно расширить диапазон безопасного применения двигательной технологии собственного производства. Инженеры надеются модернизировать современные реактивные двигатели таким образом, чтобы они могли переходить со скорости выхода на крыло до сверхзвуковых скоростей с числом Маха 4 и обратно. Крайне важной частью достижения этой цели является проверка возможности создания такого радиатора, который сможет мгновенно охлаждать поток воздуха, разогретый до 1000 градусов, до -150 градусов. Новые испытания проводятся совместно с Минобороны США и Исследовательской лабораторией BBC в рамках Совместной международной программы испытаний, которая занимается поиском технологий, способных «быстро и экономически выгодно соответствовать нынешним и развивающимся требованиям».

В данном случае речь идет об устройстве предварительного охлаждения, которое формирует ключевую часть гиперзвукового гибридного ракетного двигателя SABRE, который Reaction Engines разрабатывает с 2016 года. Задача SABRE — разогнать реактивный самолет до 5 чисел Маха в атмосфере, а потом в режиме ракеты ускориться до 25 Маха. Без устройства предварительного охлаждения этого не добиться. Его задача — мгновенно охлаждать поток воздуха, разогретый до 1000 °C, до -150 °C, чтобы он не успел расплавить внутренности двигателя. Радиатор состоит из тысяч тонкостенных трубок, через которые под давлением поступает хладагент. При этом важно не допустить протечки. Компания успешно испытала охладитель на

скоростях до 5 чисел Маха в наземном режиме в 2019 году. Следующий этап американской части испытаний стартует в ближайшие недели в Колорадо. Инженеры увеличат массовую скорость потока и другие параметры, чтобы достичь «трехкратного увеличения общего переноса энергии через теплообменник двигателя». Эти испытания должны дать Пентагону ответ, можно ли объединить охлаждающую установку с прочими современными реактивными двигателями.

Новое оружие призвано решить проблему наиболее массовых, «гражданских» дронов. Борьба с ними с помощью обычных средств ПВО до сих пор была «стрельбой из пушки по воробьям». Малоразмерные дроны в последний десяток лет совершили настоящую революцию на поле боя. Они позволяют корректировать огонь артиллерии с закрытых позиций по целям в окопах (часто невидимых наземному наблюдателю), в ближней прифронтной полосе, в городской застройке за ближайшими строениями и так далее. Начиная с сирийской войны к ним также стали прикреплять небольшие боеприпасы. В случае дронов-коптеров, способных лететь очень медленно или даже зависать перед сбросом, подобные удары могут оказаться довольно болезненными. В 2019 году, при атаках на нефтеперерабатывающие заводы в Абкайке и Хурайсе (Саудовская Аравия), небольшие дроны с кумулятивными боеприпасами из переделанных гранат от РПГ, действуя роем, смогли вывести из строя заводы и дестабилизировать мировые цены.

Обычным ПВО бороться с такими системами довольно сложно. В ряде случаев им не хватает умения работать по низколетящим малоразмерным объектам. Скажем, для американского «Патриота» устойчивое сопровождение целей со скоростями около 100 километров в час и менее затруднено: разработчики просто не ориентировали его радар на выполнение таких задач. В Абкайке, помимо традиционно почти бессильных против малых дронов комплексов Patriot, завод прикрывали три батареи ПВО Skyguard, в норме сочетающие 35-миллиметровые пушки и ракеты «воздух — воздух» AIM-7 Sparrow (используются на западных истребителях). Однако и им не удалось не то что поразить стаю малоразмерных дронов, но даже вовремя заметить.

Российская ПВО, в отличие от швейцарской Skyguard или американских Patriot, во время боев на Украине в основном сбивает такие системы, но и это трудно назвать идеальным решением проблемы. Один из командиров ракетной батареи «Тор-М2» в зоне специальной операции отмечает: «По квадрокоптерам мы стараемся работать не ракетой, а стрелковым оружием. Или передаем их на сопровождение расчетам комплексов «Панцирь», которые сбивают их своими пушками». Те же «Торы» стремятся использовать по более крупным, и от этого существенно более легким целям, таким, как «Байрактары». Причина этого в том, что ракеты «Тора» весят за центнер и стоят намного дороже квадрокоптера с AliExpress. Однако и легким стрелковым оружием, и «Панцирем» сбить квадрокоптер бывает не просто: они очень малы, имеют поражаемую площадь как у залегшего пехотинца. Ситуация может измениться после внедрения 30-миллиметровых снарядов с управляемым подрывом для пушек «Панциря». Но пока они, как и западные аналоги для систем ПВО, проходят испытания

На этом фоне прогрессом выглядят электромагнитные портативные системы борьбы с квадрокоптерами. Такие «гражданские» дроны не имеют помехозащищенных каналов связи с направленной антенной, принимающей

сигналы от пункта управления. Это среди прочего позволяет им быть дешевле и компактнее, но и делает слабозащищенными от электромагнитных воздействий. Теперь, по данным ТАСС в военной среде, в районе боевых действий начали применять системы «Ступор». Они разработаны Главным научно-исследовательским испытательным центром робототехники Минобороны России, до этого прототипы показывали только на выставках образцов перспективной военной техники. Отмечалось, что они находятся в разработке и еще не приняты на вооружение. «Ступор» выглядит как переразмеренное стрелковое оружие и по принципу использования отдаленно похож оператор наводит его на дрон, нажимает кнопку, после чего комплекс глушит канал связи между беспилотником и его оператором. Со слов источника ТАСС, это позволяет нейтрализовать дрон и принудительно посадить в нужном месте. Следует отметить, что неясно, о чем именно в этом случае речь, — о перехвате управления коптером или о его «аварийной» посадке в связи с потерей связи. Как отмечает собеседник агентства, «необходимость таких переносных антидронов стала очевидна в связи с большим количеством БЛА и различных небольших коптеров, применяемых ВСУ». С его слов, системы успешно действуют на западе Донецкой Народной Республики. Утверждается, что система работает на расстоянии до двух километров, в секторе 20 градусов. Среди заявленных возможностей «Ступора» — еще и подавление системы спутниковой навигации беспилотника. Такие часто используют для возвращения дрона к пункту управления в случае потери связи с оператором. Без работающей системы бортовой навигации это невозможно.

Южная Корея начала испытания «полустелс»-истребителя Новая машина должна заметно отличаться от остальных существующих по целому ряду параметров. Предполагается, что ее будут поставлять и на экспорт, как ряд других продвинутых образцов южнокорейского вооружения. Авиастроительная компания Korean Aerospace Industries (KAI) 2 июля этого года начала наземные испытания KF-21 Boramae (в переводе — «молодая хищная птица») в городе Сачхон. Пока это только наземная часть — рулежка и пробежки по аэродрому. Однако их выполняет вполне настоящий первый летный экземпляр нового истребителя. Осенью, согласно плану, последуют первые полеты. KF-21 Boramae отличается от существующих самолетов как четвертого, так и пятого поколения. Четвертое поколение активно использует оружие на внешней подвеске, что позволяет таким самолетам нести большую номенклатуру вооружений серьезной массы. Самолеты пятого поколения вынуждены нести вооружение на внутренней подвеске — так оно менее заметно в радиодиапазоне. Но масса и количество единиц вооружения при этом резко снижаются. Допустим, первый истребитель пятого поколения F-22 исходно мог нести только шесть небольших ракет.

Чтобы такие машины имели многочисленные средства поражения, пришлось проектировать специальные ракеты адаптированные к габаритам их внутренних отсеков. Например, так обстоит дело и с Су-57, для которого в России создали специальную крылатую ракету Х-38, а также ряд других боеприпасов. Корейский производитель решил пойти иным путем. Его самолеты построены с учетом требований радиозаметности, как истребители пятого поколения. В то же время базовый вариант боевой нагрузки для них — на внешней подвеске. Утверждается, что всего на точках внешней подвески он сможет нести до 7,6 тонны бомб, ракет или

подвесных топливных баков, увеличивающих дальность машины. Такая нагрузка — вполне на уровне американского F-35 и заметно больше, чем у F-22.

Его еще часто называют «истребителем 4,5 поколения», поскольку такая идеология самолета означает, что на практике он будет радизаметен на уровне машин четвертого поколения, но при этом нести радар с АФАР (активной фазированной антенной решеткой) и ПО на уровне самолетов пятого поколения. Присутствует также оптическая и тепловизионные пассивные системы поиска и нацеливания на самолеты противника. Интересно, что корейцы утверждают: радар их новой машины лучше, чем у российских или китайских самолет. Между тем на сегодня ни одна страна за пределами России не имеет точных сведений о возможностях радаров Су-57, что делает подобные утверждения непроверяемыми. Разработчик также отмечает, что будущая модификация KF-21 Block 2 получит крупные отсеки для внутреннего размещения вооружений: это позволит снизить его радиозаметность до уровня F-117. KF-21 Block 3 получит еще меньшую радиозаметность, ближе к F-22. Большим преимуществом KF-21 часто называют его цену, которая, как утверждается, будет ниже, чем у F-35. За счет этого планируют продвигать самолет на внешних рынках — начиная с Индонезии. Если исходить из опыта воздушных боев на Украине, пока не вполне очевидно, что малозаметность в радиодиапазоне действительно позволяет самолетам активно действовать в поле чужой ПВО. Если это так, судьба истребителей пятого поколения может оказаться сложной, ведь их малозаметность ограничивает другие технические параметры боевых самолетов и заметно наращивает их цену. Не исключено, что для будущих самолетов выберут путь «посередине» — между малозаметностью и другими важными параметрами.

Сверхлегкий беспилотный летательный аппарат Zephyr S компании Airbus, работающий на солнечных батареях, уже 17 дней летает без посадок. Когда Zephyr S впервые поднялся в воздух в 2018 году, он оставался в небе почти 26 дней. Продлится ли последний полет еще дольше, и побьет ли он предыдущий рекорд, еще предстоит узнать. Зачем нужен Zephyr S? Дело в том, что американские военные уже давно ломают голову над проблемой противоспутникового оружие, что делать, если противник серьезно проредит космическую группировку спутников? Ответом стало создание Zephyr S — это аппарат, который будет нести разведывательное, ретрансляционное и прочее оборудование. В ходе текущих испытаний Zephyr S взлетел с полигона армии США Юма в Аризоне, пролетел над Мексиканским заливом и Карибским морем, а затем в воздушном пространстве над центральноамериканской страной Белиз. На прошлой неделе аппарат повернул обратно в сторону США. Zephyr S имеет размах крыла в 25 метров и небольшой фюзеляж, что делает его максимально эффективным в полете на большой высоте. Он весит всего 75 килограммов, поэтому аппарат достаточно легкий, чтобы его могла запустить вручную небольшая группа людей. Беспилотник может летать на высоте до 23 200 метров.

На выставке в Берлине представили сверхтяжелый ударный Eurodrone. По размерам и массе он серьезно больше Су-25, а целый ряд компоновочных решений выглядит необычно. Проект резко отличается от российского тяжелого беспилотника С-70 «Охотник»: вероятно, это связано с тем, что европейские производители, в отличие от отечественных, не планируют использовать новинку в зоне работы ПВО

противника. Зато новый боевой дрон будут привлекать к патрулированию над городскими кварталами Германии. На авиасалоне ILA 2022 в Берлине европейский концерн Airbus представил общий облик проектируемого тяжелого беспилотника Eurodrone, причем показав предназначенное для применения на нем оружие. Его роль играют ракеты Hellfire и управляемые бомбы с лазерным наведением Paveway. Это достаточно необычное решение, ведь Eurodrone по облику не выглядит как малорадиозаметный летательный аппарат. В сочетании с большими размерами и массой (размах крыльев — 26 метров, длина — 16 метров, масса — до 11 тонн) следует ожидать, что он будет уязвим для ПВО.

Ракеты Hellfire развернутых на сегодня типов имеют дальность не более 11 километров, а бомбы Paveway следует применять с еще меньших дистанций. Получается, для поражения противника Eurodrone надо подойти к нему заметно ближе, чем радиус поражения «Тора» (16 километров) или «Панциря-С1» (20 километров). Потолок полета новой машины — 13,7 километра, что меньше высотной досягаемости «Панциря-С1» (16 километров), хотя чуть больше, чем у «Тора» (12 километров). Между тем оба эти комплекса эффективно поражают даже намного менее радиозаметный «Байрактар». Не вполне ясно, как именно Eurodrone сможет поражать свои цели в такой ситуации. Возможная причина яркой несовременности возможностей нового беспилотника — дата, когда было задумано его создание. Airbus подписала с европейскими госструктурами контракт на создание аппарата 24 февраля этого года, еще находясь под влиянием прежних представлений о задачах, стоящих перед западными ударными беспилотниками. Для войн типа Афганской или Иракской уязвимость к серьезному ПВО была неактуальна, поскольку у населения стран, где западные вооруженные силы вели боевые действия, подобной ПВО практически не было.

Зато у Eurodrone серьезная масса боевой нагрузки — 2300 килограммов. Теоретически это позволяет со временем адаптировать под него не только «короткорукий» Hellfire, но и крылатые ракеты типа норвежских NSM с дальностью до 190 километров. В этом случае даже настолько большой и радиозаметный аппарат, как новый беспилотник, получит шансы на использование в боевых действиях без немедленного поражения противником. Контракт Airbus по созданию новой машины подразумевает ее летную готовность к 2027–2028 годам. Стоимость соглашения — 7,1 миллиарда евро; число машин, которые производитель должен построить, — 21 штука. В цену входят и наземные станции управления беспилотниками (не менее семи), поэтому было бы некорректно говорить, что они стоят более трети миллиарда евро за штуку. Обращает на себя внимание некая «противопартизанская» ориентация конструкции. Ее скорость — 500 километров в час, два турбовинтовых двигателя с тянущими винтами придают аппарату вид обычного самолета. Близок к нему он должен быть и по радиозаметности.

Для сравнения: российский тяжелый беспилотник С-70 «Охотник» (первый полет — 2019 год) заметно компактнее Eurodrone (размах крыла — 19 метров), имеет несколько большую боевую нагрузку (2,8 тонны), потолок в 18 километров и максимальную скорость не ниже 1000 километров в час. При этом аппарат по формам явно оптимизирован для достижения минимальной радиозаметности. Среди вооружения «Охотника» — крылатые ракеты значительной дальности. Проект Eurodrone уже серьезно критикуют в странах Евросоюза. Но, как ни странно, вовсе не

в смысле ограниченного радиуса действия вооружений или недостаточной малозаметности. По всей видимости, вопросы такого рода пока не поднимают, поскольку европейские армии пока не планируют участвовать в войнах с серьезным противником, а там, где противник в воздухе безоружен, сойдут и подобные машины. Кроме того, немецкие власти планируют использовать его для слежения за городскими кварталами в своей стране: понятно, что держа в голове столь разнородные требования, создать малозаметную боевую машину довольно сложно.

Американская компания SpearUAV, специализирующаяся на оборонных технологиях, представила первый дрон, который можно запускать с подводных лодок и других морских платформ. Аппарат Ninox 103 UWSub-to-Air поставляется в капсуле для передвижения под водой и четырьмя складывающимися роторами для полета. В SpearUAV считают, что этот квадрокоптер решит главную проблему военных подлодок — отсутствие хорошего обзора над уровнем моря. Оборонный сектор США многие годы борется за увеличение обзора подводных лодок. Некоторые компании применяют технологии, похожие на воздушных змеев и автожиры, другие — длинные перископы. Однако такие системы вынуждают подлодки подниматься к поверхности воды, из-за чего суда теряют тактическое и стратегическое преимущество. Компания SpearUAV, основанная в 2017 году, придумала, как избавить подлодки от этого недостатка путем интеграции в их подводные операции квадрокоптеров нового типа. Беспилотник Ninox 103 упакован в сложенный виде в капсулу, которая может стартовать к поверхности. Каким образом происходит ее старт компания умалчивает, вероятнее всего, через торпедный отсек. Поднявшись на поверхность, капсула может до 24 часов находиться в заряженном состоянии, не выпуская дрон.

Если дрон выпущен из капсулы, то он сможет находиться в воздухе 45 минут. Дальность его полета — 10 км в нормальных погодных условиях. Беспилотник имеет низкие акустические, тепловые и визуальные сигнатуры и оснащен электронно-оптическими/инфракрасными (EO/IR) датчиками для разведки и автоматического захвата целей с использованием искусственного интеллекта с открытой архитектурой. Для связи с подводной лодкой, другими платформами или группами специального назначения на берегу используются зашифрованные сообщения, интеграция данных третьих сторон и междоменное подключение. «Первая технологическая разработка такого рода в мире, Ninox 103 Sub-to-Air был спроектирован в ответ на потребности клиентов, которым необходим беспилотник, способный стартовать из-под воды. Система успешно прошла испытания и сейчас Spear сотрудничает с рядом оборонных компаний по внедрению этой технологии», — рассказал полковник в отставке и основатель SpearUAV Гади Куперман.

В последний раз немецкий танк получал имя «Пантера» в 1940-х, во времена Второй мировой войны, причем вооружение для него разрабатывал Rheinmetall-Borsig — предшественник разработчика и нынешней новинки. На международной выставке Eurosatory 2022, которая проходит с 13 по 17 июня в Париже, официально представили новый основной боевой танк от Rheinmetall — KF51 Panther. KF значит «Kettenfahrzeug» (гусеничное транспортное средство). Какой-либо конкретной информации о новинке не так много: нет никаких данных о заключенных контрактах, параметрах брони и бронепробиваемости машины. Тем не менее общее описание танка от производителя серьезно напоминает другой основной танк, представленный несколько лет назад в совсем другой стране. Несмотря на это, в

специальной брошюре, посвященной новой «Пантере», Rheinmetall считает ее фактором, меняющим правила игры.

Ключевой особенностью нового танка называют 130-миллиметровую пушку. Впервые для немецких (да и вообще серьезных западных) танков речь идет о калибре больше 120 миллиметров. Ранее самой мощной западной пушкой была Rheinmetall Rh-120 (с длиной ствола в 55 калибров), стоящая на «Леопард-2» и «Абрамсах» (лицензионный вариант). Новое 130-миллиметровое орудие формально представили еще на Eurosatory в 2016 году, в ответ на появление данных о российском танке «Армата». Последняя вооружена пушкой 2А82, энергия выстрела которой на 17% выше, чем у Rheinmetall Rh-120/L55. Кроме того, российская пушка оснащена полноценным автоматом заряжания, отсутствующим на серийных современных немецких и американских танках (в ее автомат загружено 32 снаряда). А вот новое немецкое 130-миллиметровое орудие превосходит энергию Rh-120/L55 уже на 50% — то есть примерно на 30% мощнее российской 2А82. Вес 130-миллиметровой пушки (с вспомогательными системами) — 3000 килограммов, а 2А82 — 2700 килограммов. Впервые для немецкого танкостроения пушка имеет полноценный автомат заряжания, куда загружено 20 снарядов (после их окончания остальной боекомплект надо загружать в автомат вручную).

В отличие от «Арматы», «Пантера KF51» имеет спаренный с пушкой пулемет калибра 12,7 миллиметра. Российский танк оснащен пулеметом калибра 7,62 миллиметра в отдельной подвижной автоматизированной установке над основной частью башни. Немецкий производитель упоминает, что на его машину можно установить вспомогательное дистанционно управляемое вооружение. Конкретно в экземпляре на выставке это пулемет калибра 7,62 миллиметра. Также упоминается, что в башню можно интегрировать систему для пуска ударного беспилотника-камикадзе HERO 120. Танк имеет не только пассивную защиту (броня), но и реактивную (вероятно, динамическую броню, интегрированную в корпус, как у «Арматы»), а также некую «активную защиту». Причем последняя может применяться против бронебойных снарядов. Скорее всего, речь идет о каком-то аналоге «ударного ядра». Вероятно, это вариация на тему «Афганита» — комплекса активной защиты «Арматы», способной в том числе сбивать в воздухе подкалиберные снаряды противника, летящие к танку.

Поскольку танк имеет автоматизированное заряжание, его базовый экипаж — три человека, хотя Rheinmetall отмечает возможность нахождения четвертого человека — например, для управления бортовым беспилотником. Согласно информации от компании, вес танка — 59 тонн, запас хода на одной заправке — 500 километров. То есть он на шесть тонн тяжелее российского аналога, но имеет такой же запас хода. Фирма-разработчик утверждает, что KF51 — первый представитель нового поколения боевых машин. Однако из ее описания крайне сложно понять, какие именно черты танка «Пантера KF51» не имеет «Армата». Различия между ними, впрочем, есть: если у российского танка башня обитаема (что заметно по ее малому размеру), а экипаж находится в отдельном отсеке за лобовой бронеплитой, то немецкая машина имеет обычную компоновку и стандартное размещение экипажа с обитаемой башней, известные с Первой мировой.

США поставят на Украину сверхдальнобойную систему залпового огня MLRS. Что это за система и как работает? По словам американского президента Джо

Байдена, она не сможет достичь российской территории, но военно-технический анализ показывает, что это не так. Пентагон, судя по всему, еще колеблется. 30 мая 2022 года президент США заявил: «Мы не собираемся посылать на Украину ракетные системы, что могут ударить по России». Однако даже западная пресса немедленно обратила внимание на то, что его слова полностью противоречат ранее озвученному намерению Белого дома поставить Киеву Multiple Launch Rocket System (MLRS). Это реактивная система залпового огня, которая в современном английском тоже относится к ракетным системам.

M270 MLRS появилась в Вооруженных силах США в 1980-х — под влиянием успехов реактивной артиллерии в Войне Судного дня (до этого у Штатов не было современных РСЗО, поскольку их там недооценивали). В базовом варианте пусковая установка MLRS — 25-тонная машина на гусеницах, способная двигаться по относительно слабым грунтам, что позволяет ей эффективно скрываться от воздушной разведки в лесу и на сложной местности. В норме она вооружена 12 реактивными снарядами калибра 227 миллиметров. Каждый снаряд весит 0,3 тонны. Во время полета его базовая модификация выбрасывает у цели 644 суббоеприпаса M77 DPICM. Каждый из них — двойного назначения: имеет и серьезные бронепрожигающие возможности, и значительное осколочное действие по людям. При стрельбе M270 MLRS в норме используют группами не менее трех машин. В этом случае каждый залп дает 23 тысячи суббоеприпасов, способных накрыть три квадратных километра. Дальность применения классических кассетных боеприпасов MLRS (M26) — не более 32 километров.

Близкий аналог исходного M270 MLRS в России (и на Украине) — РСЗО «Ураган». Однако на Украине давно наблюдается серьезный дефицит боеприпасов к ним, а поставить их из других стран в нужных количествах практически невозможно. В то же время для M270 MLRS у НАТО накоплено много боеприпасов, отчего поставки таких систем Киеву могут привести к резкой активизации использования реактивной артиллерии на Украине. Кроме того, к M270 разработано немало более дальнобойных высокоточных боеприпасов, сочетающих инерциальное и спутниковое наведение. Часть из них при этом еще и оснащены кассетной боевой частью. Например, ракета с кассетной боевой частью M30/31 имеет дальность стрельбы до 70 километров и содержит 404 суббоеприпаса. Наконец, с той же пусковой установки возможны запуски не просто реактивных снарядов, а двух ракет ATACMS за раз. Их дальность — 300 километров, и это создало серьезную напряженность с российской стороны. Дело в том, что расстояние от границы России с Украиной до Курска вдвое меньше дальности ATACMS. Более того: расстояние от украинской границы до Белгорода — менее 40 километров. То есть даже обычные снаряды M30/31 имеют дальность, при которой ВСУ могут обстреливать ими Белгород.

Ранее украинские Вооруженные силы уже вели артобстрелы населенных пунктов. Неочевидно, что там не используют американские системы РСЗО для тех же целей. Причем если раньше число убитых мирных граждан ограничивалось дефицитом реактивных снарядов у ВСУ, (Украина сама их не производит, а советские запасы не бесконечны) то теперь такого дефицита явно не будет. Российский посол в США по теме поставок оружия Украине заявил: «Как сообщают американские СМИ, администрация может передать Киеву РСЗО HIMARS (колесный аналог M270, но несущий вдвое меньше боеприпасов) и M270 MLRS, которые будут оснащены

управляемыми ракетами M31 GMLRS... Есть риск, что такие средства разместят вблизи российских границ и у украинцев появится возможность наносить удары по российским городам». Вероятно, Байден имел в виду именно такие опасения, когда утверждал, что Украине не дадут системы, способные достать до российских городов. Исходя из этого, ракеты ATACMS для M270 США вряд ли доставят в Восточную Европу. Впрочем, официальный представитель Пентагона пока не внес никакой ясности в вопрос поставок MLRS, заявив, что окончательное решение еще не принято. Но даже если систему поставят без ракет ATACMS, это вовсе не означает, что угрозы для мирных жителей в нашей стране нет.

Выше отметили, что в реальности для ударов по Белгороду более чем хватит обычных снарядов M270 MLRS (не ATACMS). Хотя российские системы ПВО способны перехватывать ее ракеты, надо понимать, что стандартная батарея M270 MLRS состоит из шести пусковых установок. При одновременном пуске 72 ракет с кассетными боеприпасами сбить их все за раз можно будет только в случае использования сразу множества установок ПВО — и вероятность того, что одна из ракет накроет цель, все равно остается. Учитывая, что даже одиночный кассетный боеприпас американского производства дает сотни суббоеприпасов, каждый из которых способен убить несколько человек, масштабы потенциальной гибели мирного населения в приграничных российских регионах могут оказаться значительными. В то же время на поле боя новые поставки окажут довольно ограниченное влияние. На фронте российская армия располагает большим преимуществом по числу реактивных систем залпового огня. Среди их боеприпасов — и поражающие бронетехнику элементы, поэтому время жизни M270 там будет не слишком большим. На линии соприкосновения солдаты развернуты намного менее скученно, чем гражданские в населенных пунктах, да еще часто защищены броней техники или окопом. Поэтому здесь американская РСЗО ситуацию всерьез не поменяет.

По словам исследователей, система противовоздушной обороны с искусственным интеллектом может оценить потенциальную траекторию поражения приближающегося оружия и инициировать ответный удар с трехминутным опережением. Исследователи из Академии раннего предупреждения ВВС в Китае заявили, что разработали технологию на основе искусственного интеллекта. Она предсказывает курс гиперзвуковых ракет, даже когда они приближаются к своей цели со скоростью, в пять раз превышающей скорость звука. Об этом сообщает South China Morning Post (SCMP). Гиперзвуковая ракета может летать со скоростью, намного превышающей скорость звука, и оставаться вне поля зрения систем ПВО в течение длительного периода времени. Россия, США и Северная Корея уже проводят испытания моделей этого оружия. Ожидается, что к ним присоединится еще больше стран, и в Китае стремятся разработать меры противодействия.

Теперь ученые разработали уникальный алгоритм глубокого обучения, который удаляет шум из сигнала и работает подобно человеческому мозгу, чтобы сосредоточиться на самых последних и важных данных. В результате появилась сложная программа искусственного интеллекта, которая предсказывает траекторию гиперзвуковых ракет. Примечательно, что для работы ей хватит лишь вычислительной мощности ноутбука. По словам исследователей, система противовоздушной обороны с искусственным интеллектом может оценить потенциальную траекторию поражения приближающегося оружия и инициировать

ответный удар с трехминутным опережением. «Мировые вооруженные силы участвуют в ожесточенной гонке вооружений, что создает новые и серьезные проблемы для воздушной и космической безопасности», — сказал Чжан Цзюньбяо, ученый-компьютерщик из отдела раннего предупреждения ВВС Академии раннего предупреждения в Ухане. «Прогнозирование траектории имеет большое значение для борьбы с оценкой намерений и перехватом средств аэрокосмической обороны», — написали ученые в статье, опубликованной 30 апреля в *Journal of Astronautics*.

В Пекинском институте телекоммуникаций Народно-освободительной армии Китая (НОАК) считают, что интернет-сервис Starlink представляет серьезную угрозу для национальной безопасности страны. Военные обратились к правительству КНР с предложением разработать эффективную технологию для борьбы со спутниками Илона Маска. Как минимум, такая система должна быть способна отключить Starlink над территорией Китая, а в идеале — уничтожить всю спутниковую группировку SpaceX. Согласно статье, опубликованной профессором Жэнем Юаньчжэнем в сотрудничестве с несколькими учеными из оборонного сектора, Starlink угрожает Китаю по двум причинам. Во-первых, расчеты ученых показали, что американские военные беспилотники и истребители могут увеличить скорость передачи данных более чем в 100 раз, используя соединения Starlink, что даст США огромное преимущество в воздухе и космосе в случае вооруженного конфликта Китая и США. А во-вторых — спутники Starlink оснащены ионными двигателями, а значит могут быстро изменить свою орбиту для наступательных действий против вражеских целей.

По мнению Юаньчжэня, этих факторов достаточно, чтобы перейти к проектированию соответствующих сил сдерживания. Для начала ученые предлагают создать самую продвинутую технологию мониторинга космических объектов — достаточно мощную и точную, чтобы китайские военные могли отслеживать каждый отдельный спутник. Далее авторы статьи призывают разработать платформу для перехвата и расшифровки сигналов от каждого спутника — для анализа намерений потенциально враждебных аппаратов. И на последнем этапе ученые хотят создать оружие, способное поразить спутники Starlink. Эта система должна быть готова как к единичным ударам, так и к полному уничтожению всей спутниковой группировки, состоящей сегодня уже из примерно 2,5 тысяч аппаратов. Это должно быть не ракетное оружие, так как применение ракет для поражения целей в открытом космосе создаст огромное количество космического мусора. Альтернативой может быть лазерное оружие, которое сможет как ослеплять спутники, так и полностью их отключать, например, сжигая их микросхемы.

Опасения китайских ученых не безосновательны. Как отмечает *South China Morning Post*, SpaceX подписала контракт с Министерством обороны США на разработку новой технологии — на основе платформы Starlink — для поддержки американских военных в космосе. Этот проект включает проектирование «чувствительных» инструментов, которые будут обнаруживать и отслеживать гиперзвуковое оружие, движущееся в пять раз быстрее скорости звука в атмосфере Земли. Starlink — крупнейший проект спутниковой связи, реализуемый компанией SpaceX. По заявлениям гендиректора Илона Маска, используя сеть из нескольких тысяч спутников, Starlink способен обеспечить весь мир высокоскоростным интернет-подключением. За последние два года SpaceX развернула около 2,5 тыс.

своих аппаратов на низкой околоземной орбите и подключила более 400 тыс. пользователей. Сейчас Starlink обслуживает абонентов уже в 36 странах мира.

Три года назад, после смерти основателя Пола Аллена, компания Stratolaunch находилась на грани закрытия, однако сумела найти финансирование под новый проект — гиперзвуковой дрон для военных целей. На прошлой неделе конструкторы представили результат двухлетней работы — испытательный образец аппарата Talon-A, предназначенного для запуска с самолета Roc на высоте 10 000 метров. Транспортный самолет Roc с двумя спаренными фюзеляжами, шестью двигателями Boeing 747, 28 колесами и рекордным размахом крыльев 117 метров также построен компанией Stratolaunch и уже поднимался в небо в апреле 2021 года. Изначально его проектировали для полетов в стратосферу, чтобы запускать с его борта ракеты, доставляющие грузы на орбиту. Идея состояла в том, чтобы снизить расход ракетного топлива и упростить для носителей процесс преодоления гравитации. После смены руководства компании Roc решили переоборудовать для запусков беспилотных дронов, способных разогнаться до скорости 5 Махов или 6 тыс. км/час и садиться на посадочную полосу. Они применяются в основном для проведения исследований различных аспектов гиперзвуковых полетов. Модель TA-0 не финальная версия дрона Talon-A, ее будут использовать для испытаний системы запуска беспилотников из люка в центральном крыле самолета — алюминиевой секции длиной 4,3 м, покрытой углепластиком и расположенной между двумя фюзеляжами. Об опытном образце известно мало, кроме того, что у него нет двигателя. Компания рассчитывает провести первый испытательный полет Roc с запуском Talon-A TA-0 в этом году.

Армия США в партнерстве с оборонной компанией Raytheon Intelligence & Space протестировала лазерное вооружение нового типа. Высокоэнергетическая система Raytheon, установленная на боевую машину Stryker, обнаружила, отследила и уничтожила несколько 60-мм минометных мин в ходе испытаний на полигоне Уайт-Сэндс, штат Нью-Мексико. Новая технология бесшумна, автономна и невидима для глаз — с ее помощью военные планируют защищать свои базы и наземные части от боевых дронов и артиллерийского огня. Лазерная система Raytheon получила название DE M-SHORAD и была разработана в рамках сотрудничества между двумя оборонными предприятиями: Raytheon и Electronic Warfare Systems. Оружие состоит из лазерной установки мощностью 50 кВт, системы обнаружения и сопровождения целей и многоцелевого радара Ku720, сообщает New Atlas. Последний обеспечивает 360-градусный охват — если радар обнаружит вражеский обстрел, лазер быстро наводится на цель и поражает ее. Помимо скорости работы и автономии, среди преимуществ системы DE M-SHORAD выделяется ее «боезапас». Лазер способен вести огонь, пока заряжен его аккумулятор. Перезарядка при сменной батарее может занимать считанные минуты. По словам разработчиков, этот фактор дает системе огромное преимущество перед традиционным вооружением — стоимость одного лазерного выстрела Raytheon меньше одного доллара, а скорость достижения лазерным лучом цели равна скорости света. «Солдаты в полевых условиях сталкиваются со все более сложными угрозами, и наши проверенные на полигонах датчики, программное обеспечение и лазеры готовы предоставить им новый уровень защиты. Армия поставила перед нами самую сложную задачу — противодействие ракетам, артиллерии и минометам — и мы сделали важный шаг к обеспечению маневренной противовоздушной обороны ближнего действия, в которой нуждаютсяся

солдаты», — заявила Аннабель Флорес, президент Electronic Warfare Systems, сотрудничающей с Raytheon Intelligence & Space. Raytheon утверждает, что DE M-SHORAD была разработана с целью защиты солдат от различных воздушных угроз — беспилотных авиационных комплексов, ракет, артиллерии и минометов. Компания уже установила эту систему на несколько боевых машин Stryker, а в будущем собирается ставить ее на военные корабли и другую военную технику.

ВВС США отложили первые летные испытания новейшего бомбардировщика-невидимки B-21 Raider еще на шесть месяцев. Предполагается, что летательный аппарат, создаваемый на основе передовых технологий, будет обладать очень дальним радиусом действия, значительной бомбовой нагрузкой, малозаметностью и будет способен нести как обычные боеприпасы, так и термоядерное оружие. Визуально B-21 Raider очень напоминает бомбардировщик-невидимку B-2, который он и призван заменить. Ранее сообщалось, что компания Northrop Grumman, создатель B-21, достигла значительных успехов в разработке самолета даже во время пандемии, и вскоре ВВС США могут закупить до 145 таких бомбардировщиков, однако это лишь перспектива, ведь в лучшем случае B-21 Raider будет принят на вооружение в 2026—2027 годах. Эту гипотезу подкрепляет заявление ВВС США: «Программа B-21 продолжает гарантировать, что первый самолет будет высококачественным и максимально близким к последующим серийным образцам, что позволит провести эффективную кампанию летных испытаний». Проще говоря, ВВС проведут первый полет, когда будут уверены в B-21, а не тогда, когда «по графику положено».

Управление перспективных исследовательских проектов Минобороны США (DARPA) запустило инициативу Liberty Lifter, которая включает проектирование и производство тяжелого экраноплана для перевозки крупногабаритных грузов на большие расстояния. Дальность полета аппарата составит не менее 7,5 тыс. км, а грузоподъемность — более 100 тонн. Еще одна заявленная особенность проекта — экраноплан должен быть способен работать месяцами без наземного обслуживания. Liberty Lifter реализуется в интересах Министерства обороны США, которому нужно решение для быстрой и сравнительно недорогой транспортировки грузов в условиях боевых действий. Экраноплан сможет перевозить вооружение и другие грузы на большие расстояния с меньшими затратами, чем обычные самолеты, но с более высокой скоростью, чем корабли. При этом аппарату не потребуются порты, а значит он сможет работать в качестве мобильной базы в любой точке океана. В основе полета экраноплана лежит экраный эффект — физическое явление взаимодействия с отражающимся от поверхности воздухом, которое возникает при достижении крылатой машиной определенной скорости над поверхностью воды, снега, льда или земли. Аэродинамический экран образуется при движении крыла на относительно небольшой — до нескольких метров — высоте. Когда такие аппараты летят близко к воде — на высоте менее половины от собственного размаха крыла — они получают прибавку к скорости благодаря воздушной подушке. Согласно расчетам DARPA, скорость полета в таком режиме возрастает примерно в 2,3 раза по сравнению с транспортом, который летит высоко над землей.

Технический документ DARPA описывает пока одну модель экраноплана Liberty Lifter. Он будет поддерживать полезную нагрузку более 100 тонн (сможет брать на борт одновременно два средних танка), летать на расстояния более 7,5 тыс. километров и получит продвинутое программное обеспечение. Последнее позволит

судну (по международной классификации экранопланы относят к морским судам) избегать столкновений при движении на высоких скоростях в перегруженных районах, самостоятельно регистрировать большие волны и управлять процессами взлета и посадки. Несмотря на то, что Liberty Lifter будет проводить большую часть своего времени в полетах над водой, DARPA также рассчитывает на длительные перелеты на высоте до 3 тыс. метров. По данным IEEE Spectrum, DARPA выделит на разработку двух концепций одного экраноплана не менее \$15 млн. Определить победителя планируется в 2025 году, а первый полномасштабный прототип должен взлететь уже в 2027 году.

США объявили о подготовке очередного пакета военно-технической помощи для Украины. Он включает артиллерийские системы, транспорт, боеприпасы и т.д. общей стоимостью 800 млн долл. В основном речь идет о достаточно старых изделиях, но присутствуют и любопытная новинка – барражирующий боеприпас Phoenix Ghost. Это изделие впервые упоминается в публичных заявлениях и открытых материалах. Новый пакет помощи утвержден 21 апреля. Он предусматривает передачу тактических беспилотных летательных аппаратов Phoenix Ghost в количестве «более 121 шт». Любопытно, что это единственный новый образец в последнем пакете. Все прочие изделия возьмут со складов и из частей армии США. Пресс-секретарь военного ведомства Джон Кирби рассказал о новом БПЛА и огласил некоторые подробности. В частности, он отметил, что проект разработан с учетом украинских требований. При этом облик изделия и основные характеристики не раскрываются из соображений секретности. Предполагается, что такая информация может угрожать эффективному применению «Фениксов-Призраков» украинской армией. Позже в тот же день Дж. Кирби назвал компанию-разработчика перспективного изделия и раскрыл некоторые другие подробности. При этом организация, создавшая проект, пока никак не комментировала подобные сообщения.

Вооружение и боеприпасы, включенные в новый пакет, будут отправлены на Украину в ближайшее время. США уже наладили каналы поставки вооружений, и первые партии могут добраться до получателя уже в ближайшие дни. В какой из этих партий окажутся «Фениксы-Призраки», неизвестно. Однако можно ожидать, что в течение следующих дней или недель такое оружие попадет на передний край. Как сообщается, разработка будущего проекта Phoenix Ghost осуществлялась по заказу ВВС США и в соответствии с их требованиями. Подрядчиком была калифорнийская компания AEVEX Aerospace. Эта организация специализируется на радиоэлектронном оборудовании для авиации и неоднократно выполняла заказы Пентагона. В то же время, ранее она не занималась разработкой БПЛА или подобных систем. Новизна тематики и уровень сложности позволяет предполагать, что AEVEX проектировала беспилотник с 2019–20 гг. Благодаря этому к настоящему времени была завершена разработка, проведены испытания и подготовлено производство. Планируют ли ВВС заказывать такие БПЛА, неизвестно. По словам Дж. Кирби, не так давно выяснилось, что барражирующий боеприпас от AEVEX соответствует нуждам и требованиям украинской армии. В связи с этим изделие было рекомендовано к серии для включения в очередной пакет помощи. При этом ему присвоили новое название, вероятно, тоже с учетом пожеланий получателя. Конструкция перспективного Phoenix Ghost остается неизвестной. Однако сообщается, что с точки зрения боевых

возможностей он похож на барражирующие боеприпасы серии Switchblade от компании AeroVironment, хотя и имеются некоторые отличия. С каким из двух «Свитчблейдов» сравнивался «Призрак», неизвестно. Американская сторона не спешит раскрывать подобную информацию из опасений за украинских союзников. По всей видимости, новый Phoenix Ghost представляет собой компактный БПЛА складной конструкции, пригодный для переноски расчетом или перевозки любым транспортом. Он должен оснащаться электрической двигательной установкой, оптико-электронными средствами для наблюдения и поиска целей. Кроме того, требуется боевая часть с осколочно-фугасным или кумулятивно-осколочным зарядом. Взлет может осуществляться при помощи компактной пусковой установки, а посадка не предусматривается.

Габариты и весовые показатели «Феникса-Призрака» неизвестны, а сравнение со «Свитчблейдами» не позволяет точно определить их. Так, Switchblade 300 имеет длину и размах крыла порядка 600 мм и массу менее 3 кг. Второй представитель семейства, Switchblade 600, в несколько раз крупнее и весит 23 кг. Подобная разница в габаритах и массе позволяет получить значительный диапазон летных и боевых характеристик. Так, «Свитчблейд-300» способен летать всего 10 мин и работать на удалении до 10 км от оператора. У изделия «600» продолжительность полета вдвое выше, а дальность достигает 40 км. Легкий БПЛА доставляет к цели боевую часть массой в несколько сотен граммов, тогда как на более крупном разместили аналог боезаряда ПТУР FGM-148. Оба Switchblade и, по всей видимости, Phoenix Ghost комплектуются оптическими средствами для поиска наземных целей и последующего наведения на них. Аппарат должен управляться оператором по радиоканалу при наличии некоторых автоматизированных функций.

На какой из двух Switchblade больше похож новый американский БПЛА, неизвестно. Соответственно, неясно, какими могут быть его тактико-технические характеристики. Однако упоминание изделий компании AeroVironment показывает принципиальную возможность создания барражирующих боеприпасов с разным уровнем характеристик и возможностей. В целом барражирующие боеприпасы, такие как уже известные Switchblade 300/600 или новый Phoenix Ghost, являются достаточно удобным и гибким средством для поиска и поражения наземных целей. Соответственно, они представляют определенную опасность для противника. Появление такого оружия у украинской армии нельзя игнорировать – необходимо учитывать его и принимать необходимые меры. Появление у Украины легких и, вероятно, массовых барражирующих боеприпасов предъявляет особые требования к работе нашей ПВО и других средств защиты. При этом борьба с такой угрозой принципиально не отличается от перехвата других легких БПЛА. Засекать такие цели могут радиолокационные и оптико-электронные средства, а также системы радиотехнической разведки. Комплексы РЭБ могут подавлять каналы управления, срывая атаку, а наиболее эффективным средством уничтожения является малокалиберная артиллерия. Однако борьба с барражирующими боеприпасами имеет свою специфику. Как и другие ударные средства, они требуют быстрой и четкой реакции. Ошибка или промах приведут к прорыву обороны и поражению защищаемого объекта. В случае с изделием Phoenix Ghost эта проблема может усугубляться тем, что его точные характеристики и иные особенности пока остаются неизвестными и их только предстоит определить.

Барражирующие боеприпасы уже успели продемонстрировать свой потенциал в качестве гибкого и удобного оружия для выявления и поражения наземных целей. В то же время, правильная организация обороны позволяет нивелировать все преимущества такого вооружения – в т.ч. новейшего американского Phoenix Ghost. Однако наибольший интерес в текущей ситуации представляет тот факт, что США внезапно раскрыли ранее неизвестную разработку, причем уже готовую к серии и к поставкам. Пока это первый подобный «сюрприз», но нельзя с уверенностью говорить, что он окажется последним. США планируют и дальше отправлять на Украину вооружения и технику – и, как оказалось, готовы предоставлять даже самые новые и неизвестные образцы.

Оружие разработано по заказу Министерства обороны Израиля как дополнение дорогостоящей системы ПРО «Железный купол», каждое применение которой обходится в сотни тысяч и миллионы долларов. Лазерные системы перехвата, созданные оборонным предприятием Rafael и разработчиком вооружения Elbit System, экономичнее и проще в управлении, а также имеют неограниченный боезапас, так как все что им нужно для стрельбы – это энергия. Испытания прошли успешно, сообщает РИА Новости со ссылкой на пресс-службу Минобороны Израиля. Лазерная система ПРО «Световой щит» перехватывала дроны, минометные снаряды, ракеты РСЗО, противотанковые ракеты на сложных дистанциях и временных интервалах, рассказал начальник отдела исследований и разработок, генерал Янив Ротем. «Лазер меняет правила игры благодаря простой системе управления и значительным экономическим преимуществам. Наш план состоит в том, чтобы разместить несколько лазерных ПРО вдоль границ Израиля в течение следующего десятилетия», — сказал он.

Новая разработка пополнит многоуровневую систему ПВО Израиля, уже укомплектованную, в числе прочих, тактическими системами ПРО «Железный купол», «Праща Давида», «Стрела». В планах командования в течение ближайших десяти лет разместить несколько лазерных комплексов вдоль границ Израиля. В отличие от «Железного купола», каждое применение которого обходится в сотни тысяч и миллионы долларов, лазерная система экономичнее, проще в управлении и обладает практически бесконечным боезапасом. Последнее, правда, будет справедливо только в случае подключения системы «Световой щит» к магистральному электрокабелю. Каков «боезапас» мобильного аккумулятора — секрет. Разработки лазерного вооружения ведут многие страны, но Израиль, по словам представителей Минобороны, одним из первых разработал технологию мощных лазеров с возможностью перехвата целей. Как стало известно в марте, Израиль готов выделить сотни миллионов шекелей на производство лазерной системы ПРО.

Глобальный военный аппарат переживает значительные преобразования и использует технологические тенденции для укрепления потенциала. По данным Startups Insights Discovery основные тенденции включают искусственный интеллект (ИИ), робототехнику и интернет вещей (IoT) для оптимизации оборонных операций и повышения военной эффективности. Сегодня обычная война все чаще заменяется гибридными подходами, которые также сочетают кибервойну и другие рубежи. Новые тенденции в области военных технологий меняют поле боя в четырех аспектах — возможности подключения, смертоносность, автономность и устойчивость. Решения для подключения решают проблемы, связанные с тем, как комбатанты обнаруживают и локализуют своих противников, общаются друг с другом и руководят операциями. Достижения в области ракетных технологий и вооружения повышают смертоносность, делая операции на поле боя более эффективными. Что касается автономии, компании всех стран используют робототехнику и искусственный интеллект для выполнения решений с нулевым или минимальным вмешательством человека и повышают устойчивость в оборонной промышленности с помощью таких технологий, как аддитивное производство и электрификация.

Анализ современных тенденций в этой области приводит нас к желательности начать наш обзор с новейших военных технологий Израиля. Производители из Израиля приняли участие в выставке вооружений IDEX 2023 в ОАЭ. Израильские оборонные производители впервые приняли участие в международной оборонной выставке IDEX 2023, открывшейся в понедельник в Абу-Даби. На выставке присутствуют стенды Министерства обороны Израиля, компании «Израэл Аэроспейс Индастриз» (Israel Aerospace Industries, IAI), «Элбит Системз» (Elbit Systems), «Рафаэль». Они представили широкий спектр беспилотных летательных аппаратов, высокоточного оружия и средств разведки. Израильский оборонный концерн Rafael представил новую лазерную защиту для военных кораблей — NAVAL IRON BEAM. Отметим, что NAVAL IRON BEAM была создана на основе комплекса IRON BEAM, которая способна сбивать различные объекты, в том числе, неуправляемые ракеты, минометные мины и беспилотники. Как и наземная система, NAVAL IRON BEAM интегрирована с существующими системами ПВО флота, такими как NAVAL Iron Dome, для обеспечения дополнительной и экономичной защиты. И выстрел боевого лазера существенно дешевле перехватчиков системы «Железный купол». Более ста инженеров израильского оборонного концерна Rafael продолжают разрабатывать передовую лазерную систему безопасности «Маген Ор», с помощью которой можно будет перехватывать минометные бомбы, ракеты, беспилотники и другие объекты. Компания Rafael Advanced Defense Systems представила новую систему дальнего действия воздушного базирования 5-го поколения, которая может быть запущена по различным целям на расстоянии до 300 км. Напомним, что система противовоздушной обороны SPYDER получает новую модернизацию, позволяющую использовать возможности борьбы с тактическими баллистическими ракетами. На авиасалоне в Ле-Бурже в пятницу, 23 июня, израильский оборонный концерн Rafael Advanced Defense Systems представил новую гиперзвуковую ракету-перехватчик SkySonic. Разработка нового ПВО шла последние три года. Система перехвата

гиперзвуковых ракет способна нейтрализовать ракеты, летящие со скоростью в 10 раз быстрее звука, сообщает.

Израильская пехотная бригада "Нахаль" стала первым подразделением, получившим на вооружение новые бронетранспортеры "Эйтан" (Eitan) с колесной формулой 8×8. В военном ведомстве Израиля называют поставку этих БТР "скачком вперед в области боевой колесной техники". "После нескольких лет напряженного труда по разработке, испытаниям и производству первые серийные БТР "Эйтан" были поставлены в войска заявил генерал Орен Гибер, возглавляющий подведомственное Минобороны Израиля управление бронетанковой техники. По его словам, новые машины уже участвовали в своих первых "симуляционных боевых сценариях" на учениях на севере Израиля. "Эйтан", впервые анонсированный в 2016 году, прошел полевые испытания еще в 2018 году, а в 2022 году Израиль выбрал американскую компанию Oshkosh Defense для производства сотен корпусов для этой машины. Первый серийный "Эйтан" собрали в 2022 году на заводе Merkava в Тель-Ха-Шомере в центральной части Израиля.

Вместимость нового БТР – 12 человек. Его оснащают системой активной защиты "Айрон Фист" (Iron Fist, "Железный кулак"), способной противостоять таким угрозам, как противотанковые управляемые ракеты. В Минобороны Израиля подчеркивают, что "Эйтан" обладает превосходной мобильностью и живучестью. Как отмечает Breaking Defense, израильские военные также используют в качестве БТР боевую машину "Намер" (Namer), которая представляет собой гусеничное шасси танка "Меркава-4" без основного орудия. При этом "Намер" весит около 65 тонн. Платформу используют для перевозки десанта. "Эйтан" оснащен двигателем мощностью 750 л.с. и способен развивать скорость до 90 км/ч, согласно официальной информации. Масса БТР варьируется от 30 до 35 тонн, что вдвое меньше, чем у платформы "Намер". Экипаж бронемшины получает изображение с размещенных по периметру корпуса камер дневного и ночного видения. Кроме того, интегрированы компьютерные системы для обработки данных и расчета целей. Израильские компании уже не в первый раз сотрудничают с Oshkosh Defense. Ранее Elbit Systems отвечала за оборудование произведенных этой американской фирмой бронемашин типа JLTV для Черногории. Rafael интегрировала ракетные комплексы "Спайк" (Spike) для словенских JLTV. А в 2020 году военные США получили израильские комплексы ПВО "Железный щит" (Iron Dome) на базе грузовиков Oshkosh.

Израиль ведет переговоры о продаже своих танков «Меркава» Кипру. Об этом сообщает издание «ХаАрец» со ссылкой на израильские и кипрские источники. Хорватия и Кипр упоминались специалистами среди потенциальных покупателей израильских танков. Армии обеих стран располагают советскими танками Т-72 и Т-80, которые, как предполагается, они отдадут Украине, получив взамен израильские танки «Меркава» в модификациях Mk.2 и Mk.3. Напомним, что на прошлой неделе руководитель отдела координации экспорта Министерства обороны Израиля Яир Кулас заявил, что страна ведет переговоры с двумя государствами, в том числе «одним европейским», о продаже старых танков «Меркава», которые больше не используются израильской армией. На фоне давления, оказанного Вашингтоном на министра обороны Израиля Йоава Галанта с требованием провести телефонный разговор со своим украинским коллегой Алексеем Резниковым на тему помощи

Украине, которую мог бы оказать Израиль, в израильских СМИ появились сообщения со ссылкой на безымянных польских и немецких экспертов о том, что предназначенные для продажи более 200 танков «Меркава» окажутся в Украине. Вероятность подобного развития событий стремится к нулю, так как, кроме того, что Израиль официально отказывается поставлять Украине оружие, чтобы не портить отношения с Россией, нигде не упоминалось, что украинские экипажи прибывали в Израиль с целью обучения управлению танками «Меркава». Естественно, можно все списать на секретность, но подобное было бы скрыть очень непросто. Тем более что никто не пытается скрывать обучение украинских экипажей, к примеру, управлению Challenger 2 в Великобритании или Leopard 2A4 в Испании. Таким образом, идея появления на фронте устаревших израильских танков с необученными экипажами не выдерживает никакой критики, и даже туман, нагнанный министерством обороны Израиля во всем, что касается сделки по продаже танков европейским странам, не может скрыть нестыковки. Специалисты высказывали и другую дельную мысль. Танкам «Меркава» в модификациях Mk.2 и Mk.3 нечего делать на полях сражений в Украине, но они вполне могут заменить другую не самую новую технику в европейских странах, которые не собираются ни с кем воевать. Речь идет о советских танках, управлять которыми способны украинские экипажи. Среди потенциальных покупателей упоминались Хорватия и Кипр. На балансе вооруженных сил Хорватии числится больше 100 единиц М84 в различных модификациях, которые по сути являются модернизированными советскими Т-72. У Кипра 80 танков модификаций Т-80У и Т-80УК, от которых он с удовольствием избавится, заменив на израильские танки. Танки не самые новые, но подходят для сражений в Украине, и с ними также знакомы украинские танкисты. Таким образом, «невидимая рука» Вашингтона с помощью Израиля добудет для ВСУ еще порядка 200 танков. Израиль же при этом официально продолжит придерживаться политики оказания Украине исключительно гуманитарной помощи. Кипрский чиновник на условиях анонимности подтвердил «ХаАрец», что под европейским государством имеется в виду Кипр и соответствующие переговоры действительно ведутся, но отказался предоставить конкретную информацию о самой сделке или графике ее завершения.

Австралия присоединилась к другим странам, разрабатывающим высокоэнергетическое лазерное оружие для применения на поле боя. Правительство выделило 12,9 млн австралийских долларов оборонной компании QinetiQ Australia на создание прототипа лазерной пушки, которая могла бы уничтожать вражескую бронетехнику. Высокоэнергетические лазеры — одна из технологий, которая, в потенциале, может изменить тактику боевых действий. Идея поражения множественных целей со скоростью света и при минимальной стоимости выстрела уже перестала быть исключительно достоянием научной фантастики. Лазерное вооружение уже применяется для противодействия дронам, ракетам, гиперзвуковому оружию и другим угрозам. Контракт на разработку, выданный Минобороны Австралии компании QinetiQ, должен вывести лазерное вооружение на новый уровень. Нечто похожее разрабатывают в США, Великобритании, Китае и России, но в основном для поражения воздушных целей. У Австралии более амбициозные замыслы: новое лазерное оружие должно поражать бронетехнику, в частности, основные модели танков. Пока самая мощная лазерная система разработана американской военно-промышленной компанией Lockheed Martin и

способна генерировать луч в 300 кВт. Но для поражения бронированных целей такой мощности недостаточно. Броня современных танков крайне устойчива к взрывам, высокой температуре, кинетическим и бронебойным снарядам. Теоретически, луч лазера мог бы прожечь слои брони, если танк долго стоит без движения, но в условиях боя это маловероятно. Для того чтобы луч мог вывести танк из строя быстро, ему нужно быстро сконцентрировать громадное количество энергии на одной точке. Это значит, придется разработать твердотельный лазер мощнее всех, что были придуманы до сих пор. Плюс понадобятся соответствующая система энергоснабжения и целеуказания, оптическое волокно, фокусирующие линзы, компенсаторы и прочее оборудование. Так что не удивительно, что Минобороны Австралии выделяет средства не только на лазер, но и на целый производственный комплекс. Возможные сроки появления прототипа такой пушки пока не называются. Вероятнее всего, судя по сумме контракта, речь идет о НИОКРах, которые вполне могут закончиться признанием того, что технологии пока не позволяют создать лазерную пушку против танков.

Пентагон усиленно готовится к «войнам будущего», в которых, уверены американские военачальники и стратеги, решающее преимущество будет у армии, использующей в боевых целях искусственный интеллект и квантовые вычисления. Минобороны США уже реализует несколько программ, связанных с применением ИИ в военных целях. Для разработки технологий и оружия будущего активно привлекаются частные ИТ-компании. Председатель Комитета начальников штабов Вооруженных сил США генерал армии Марк Милли, выступая на конференции, назвал искусственный интеллект одной из самых мощных технологий, которые сейчас развивает человечество. По его мнению, использование ИИ в военных целях дает как минимум преимущество в скорости принятия решений, опережающих действия и даже планы противника. Возможность принимать те или иные решения быстрее и точнее является важным преимуществом в ведении войны. Искусственный интеллект и квантовые вычисления дадут такое преимущество стране, которая преуспееет в их военном применении, — уверен Милли. Ранее известный американский бизнесмен Илон Маск высказывал опасения по поводу последствий от бесконтрольного развития нейросетей и внедрения функций искусственного интеллекта во все большие сферы человеческой деятельности. Владелец Tesla и SpaceX вместе с соучредителем компании Apple Computer Стивом Возняком и еще 1400 представителями ИТ-отрасли подписали открытое письмо, призывающее на время остановить масштабные эксперименты с искусственным интеллектом и нейросетями. Американский миллиардер Уоррен Баффет сравнил развитие самообучающихся нейросетей с созданием ядерного оружия, но при этом скептически оценил перспективы, что искусственный интеллект в скором времени заменит человека.

Palantir, компания-разработчик программного обеспечения, специализирующаяся на анализе, интеграции и представлении огромных объемов данных для различных Palantir, компания-разработчик программного обеспечения, специализирующаяся на анализе, интеграции и представлении огромных объемов данных для различных отраслей, таких как финансы, здравоохранение и правительство, объявила о запуске платформы искусственного интеллекта Palantir (AIP). Не так давно компания выпустила видеодемонстрацию своей последней

разработки. Хотя сама система изначально предназначена для интеграции больших языковых моделей (LLM), таких как GPT-4 от OpenAI или BERT от Google в частные сети, первое, что было показано в демонстрации, — это применение системы на современном поле боя. Palantir уже предоставляет свои услуги по внутреннему наблюдению для иммиграционной и таможенной службы США, поэтому неудивительно, что компания, основанная миллиардером Питером Тилем, также работает над установлением полноценного сотрудничества с Пентагоном. В приведенной на официальном канале видеодемонстрации военный оператор, которому поручено следить за восточноевропейским театром военных действий, обнаруживает силы противника, скопившиеся у границы. Затем оператор ведет диалог с ИИ, внешне напоминающим ChatGPT и обращается к нему за помощью в развертывании разведывательных дронов, подготовке тактических ответов на предполагаемую агрессию, а также организации подавления средств связи противника. В видео AIP использовался для помощи в оценке состава и возможностей противника. Система запустила дрон Reaper с разведывательной миссией в ответ на запрос оператора о более качественных изображениях и предложила подходящие ответы после обнаружения присутствия бронированного элемента.

LLM и алгоритмы должны применяться лишь при условии существования строго регулируемой и конфиденциальной системы командования, чтобы гарантировать, что они используются законным и этичным образом, — фрагмент из представленной демонстрации Palantir. Хотя демонстрация возможностей AIP была впечатляющей, Palantir признает важность регулирования использования LLM и алгоритмов в деликатных контекстах, особенно в военных операциях. Компания разработала три ключевых принципа для обеспечения ответственного использования технологии. Во-первых, AIP будет развернута в секретной системе, способной анализировать в режиме реального времени как секретные, так и несекретные данные с соблюдением этических и юридических норм. Компания, правда, пока не уточнила, как именно это будет реализовано. Второй принцип работы AIP гарантирует, что пользователи смогут контролировать масштаб свободы помощника и действия каждого LLM и актива в сети. Согласно демонстрации, сам AIP будет генерировать защищенную цифровую запись всей операции. Запись будет осуществляться в условиях секретности и конфиденциальности, и по словам разработчиков она будет иметь решающее значение для снижения любых юридических, нормативных и этических рисков. В качестве третьего принципа приводится обеспечение лучших в отрасли систем ограничения AIP. В сценарии Palantir ИИ действительно работает в режиме пошагового человеческого контроля, чтобы предотвратить любые нерегламентированные действия, хотя в видео «оператор», кажется, делает немногим больше, чем кивает вместе с тем, что предлагает AIP.

Бойцы американского спецназа с помощью реактивных костюмов от стартапа Gravity Industries полетали в городе Тампа, штат Флорида. Спецназовцы 9 мая отправились в полет с помощью реактивных костюмов, которые напоминают возможности Железного человека, супергероя из вселенной Marvel. Согласно данным основателя Gravity Industries Ричарда Браунинга, реактивные ранцы позволяют развивать скорость до 130 километров в час и находиться в воздухе в течение пяти минут на высоте до 3600 метров. По словам военных, возможностей реактивного

ранца хватит спецназовцем для выполнения ряда задач, среди которых проведение диверсий и саботажей, а также спасение раненых бойцов на поле боя. Biofire Smart Gun — первое в мире огнестрельное оружие калибра 9 мм, в котором используется биометрическая система распознавания отпечатков пальцев и лица, что позволяет использовать его только авторизованным пользователям. Компания Biofire Technologies из США объявила о начале производства первого в мире биометрического пистолета Biofire Smart Gun. Производитель позиционирует его как самое безопасное оружие для хранения дома, ведь им могут воспользоваться только авторизованные пользователи. В пистолет встроен сканер отпечатков пальцев, и он блокируется, как только вы выпускаете его из рук, и не может выстрелить, если его держит в руках не авторизованный пользователь. Кроме сенсора отпечатка пальцев на рукоятке, модель оснащена 3D-датчиком распознавания лиц, который, как утверждает производитель, работает даже в полной темноте. Полуавтоматический пистолет имеет калибр 9 мм под патрон Люгер – самый популярный калибр в США. Корпус пистолета выполнен из стали и композитных материалов, а общий вес без патронов составляет чуть более килограмма. Пистолет оснащается магазинами на 10 или 15 патронов.

Разведывательное управление Министерства обороны (DIA) США заявило, что Китай опережает Россию в разработке гиперзвукового оружия и, возможно, уже развернул оружие, способное поражать базы США в Тихом океане. Об этом сообщает информационное агентство Bloomberg. «Хотя и Китай, и Россия провели многочисленные успешные испытания гиперзвукового оружия, — отмечает главный научный сотрудник аналитического отдела DIA Пол Фрейстлер, — однако Китай опережает Россию и по вспомогательной инфраструктуре, и по количеству систем гиперзвукового оружия». Различные системы гиперзвукового оружия разрабатываются также ВВС, ВМС и армией США. Пожалуй, одна из наиболее закрытых американских организаций среди тех, что связаны с освоением космоса, впервые поделилась с публикой подробностями о своей деятельности, планами и особенностями работы. Департамент называется Space Rapid Capabilities Office (SRCO — примерно можно перевести как «Офис оперативных возможностей для космоса»). В структуре Космических сил США (USSF) это третье подразделение, специализирующееся на организации закупок и контрактов. Другие два — Space Development Agency и Space Systems Command, их задачи более масштабные. Главное отличие SRCO от них в большей свободе действий, меньшем количестве согласований и фокусе на решении неотложных проблем, которые не терпят затяжной бюрократической волокиты. Вплоть до 2021 года об этом ведомстве не было известно практически ничего, кроме самого факта существования. Хотя появился SRCO пять лет назад. Большая часть деятельности департамента засекречена, но его руководитель Келли Хэмметт (Kelly Hammett) намерен это изменить. Он дал интервью порталу SpaceNews, поводом для которого послужил запуск носителя SpaceX Falcon Heavy в интересах Космических сил США (миссия USSF-67).

Старт миссии USSF-67 в январе 2023 года. Это пятый запуск SpaceX Falcon Heavy и третий — в интересах военных. Ракета отправила (по официальным данным) 3 750 килограмм полезной нагрузки на геосинхронную орбиту (ГСО). Это менее половины от возможностей носителя по доставке грузов на траекторию отлета к ГСО. За счет большого резерва мощности вся работа по выведению была выполнена второй

ступенью и спутники не тратили собственное топливо для довыведения. Центральный блок первой ступени использовался в одноразовом варианте, а боковые ускорители вернулись к месту старта. Для того, чтобы вторая ступень могла работать дольше обычного в открытом космосе, ее оснастили дополнительной теплоизоляцией в районе бака с горючим, как в миссии USSF-44 (серая полоса ниже обтекателя) / ©Theresa Cross, Spaceflight Insider. Сам старт, естественно, секретным никто не делал, для американской космонавтики это давно нонсенс. А вот что скрывалось под обтекателем ракеты, описывали обтекаемо: коммуникационный спутник Continuous Broadcast Augmenting SATCOM 2 (CBAS-2) и маневрирующий модуль (разгонный блок) Long Duration Propulsive ESPA (LDPE 2) с пятью «вторичными» полезными нагрузками на нем. Как рассказал Хэммет, три из этих пяти миниатюрных полезных нагрузок — как раз те, что отделились, а не остались работать на LDPE2 — созданные в рамках деятельности его ведомства спутники. Это не экспериментальные, а готовые изделия, предназначенные для эксплуатации оборонными ведомствами.

Два из них оснащены наборами сенсоров для отслеживания обстановки в околоземном пространстве. Еще один — оборудование для высокостабильной спутниковой связи. Их будут использовать USSF, а по опыту работы с ними экстраполируют результаты на другие системы в своем распоряжении. Весь цикл разработки и запуска аппаратов занял менее трех лет, что можно назвать рекордом по меркам отрасли. Именно в такой оперативности при реагировании на вызовы национальной безопасности и обороноспособности страны заключается весь смысл работы SRCO. Привычная любым «закупочным» государственным структурам бюрократия не позволяет действовать быстро — согласования технического задания и бюджета могут занимать годы. С аналогичной проблемой в свое время столкнулись ВВС и решили ее через создание Rapid Capabilities Office в 2003 году. Название идентично, понятно, откуда Космические силы взяли свое для такого же департамента. На счету «воздушного» RCO — как минимум программы стратегического стэлс-бомбардировщика Northrop Grumman B-21 Raider и беспилотного космолана Boeing X-37. А также множество других менее известных или вовсе полностью секретных проектов. Ключевая особенность SRCO, отличающая его от других офисов снабжения, — значительная автономность на всех уровнях. Конгресс США и Министерство обороны напрямую делегировали департаменту право распоряжаться бюджетом по своему усмотрению. С минимальными согласованиями ведомство может заключать контракты общей стоимостью до миллиарда долларов. Более того, возможно перераспределение средств между проектами в пределах одного финансового года, что практически немыслимо для «обычных» офисов закупок. Им для этого требуется одобрение всех ответственных структур, каждая со своим начальством, или даже непосредственно конгресса, если речь идет о наиболее дорогих программах.

Такая свобода накладывает и огромную ответственность, как отмечает Хэммет. Деньги необходимо распределять максимально осмотрительно: если финансы окажутся потраченными впустую, полетят головы. И больше никто подобные вольности позволять ни одной ветви Вооруженных сил не будет. Вдобавок «классические» снабженцы оказывают давление. Но не то, о котором можно подумать: SRCO ни с кем не конкурирует и, наоборот, становится палочкой-

выручалочкой для закупочных ведомств. Объем выделяемых в распоряжение Space Rapid Capabilities Office средств не раскрывается, большинство проектов финансируются из «закрытого» раздела бюджета Космических сил, который за последние пару лет вырос почти вдвое и достиг, по оценкам экспертов, 6,5 миллиарда долларов. На фото — Келли Хэммет (справа) получает штандарт от бывшего главы Командования космическими операциями (Space Operations Command) генерала Дэвида Томпсона на авиабазе Киртланд в Нью-Мексико / © USAF, Airman 1st Class Spencer Kanar. Офису Хэммета буквально говорят: раз он может работать быстрее и эффективнее, надо работать еще быстрее и эффективнее — запросы поступают в таком количестве, что трудно справиться. Сейчас под его началом служит 200 человек, из которых 80 офицеров и чиновников, но «столов на все проекты уже не хватает». На фоне стремительно растущей отрасли перед Космическими силами постоянно встают новые задачи, требующие максимально оперативного реагирования. С чем они и идут в SRCO. Нехватку свободных рук Хэммет с коллегами старается компенсировать более широким привлечением частных подрядчиков, рекрутингом специалистов из отрасли и расширением финансирования. Для первых двух пунктов списка представители агентства регулярно посещают конференции и прочие мероприятия в индустрии. Там они ищут партнеров, следят за новичками и новинками в космонавтике. Нередко сотрудники SRCO сами выступают на закрытых или попросту непубличных встречах, где описывают свои задачи, имеющиеся возможности и возникающие проблемы. Тем не менее из-за высокой секретности проектов, над которыми работает ведомство, частных подрядчиков найти сложно.

Решение раскрыть подробности о созданных по заказу SRCO секретных спутниках на USSF-67 — часть более широкой кампании по рассекречиванию деятельности ведомства. Это необходимо, чтобы подразделение стало заметнее для политиков (которые могут дать денег) и представителей аэрокосмической индустрии (потенциальных подрядчиков). Иными словами, чтобы было проще работать, Хэммету необходимо снизить «градус таинственности». SCAR, Satellite Communications Augmentation Resource — программа замены устаревающих аналоговых спутниковых антенн наземной инфраструктуры на более мощные и универсальные активные фазированные антенные решетки. Поводом для работы стал срочный запрос Космических сил на расширение возможностей существующих систем связи со спутниками и управления ими. Аппаратов выводится все больше, имеющиеся мощности просто не справляются. Компания BlueHalo получила восьмилетний контракт общей стоимостью 1,4 миллиарда долларов на эту задачу. GC3, Ground Command, Control and Communications — программа по разработке единой универсальной наземной программной системы для спутниковых группировок, над которой работают Ball Aerospace и Booz Allen Hamilton. Это единая платформа обмена данными и управления оборудованием на орбите, которую смогут использовать любые военные ведомства, работающие с любыми космическими аппаратами. Проблема в том, что сейчас все связанные с космосом военные организации либо уже пользуются, либо создают с нуля собственные системы управления спутниками и обмена данными. Их необходимо унифицировать. Скорее всего, GC3 поглотит похожую программу Enterprise Ground Services (EGS), которой занимается Space Systems Command. Интервью Хэммета показывает, как американские военные, несмотря на «развесистую» бюрократию и

сложность политического устройства, поспевают за быстроменяющимся рынком и технологическими изменениями в отрасли. По словам Директора SRCO, космическая отрасль растет с невиданной скоростью, агентство не должно отставать, тем более что госзаказчики по-прежнему играют на этом рынке ключевую роль. Одна из наиболее впечатляющих и перспективных сфер, по мнению Хэммета, — автоматизация спутников. Он приводит в пример SpaceX, которая выводит по 60 спутников за раз, и аппараты самостоятельно расходятся по орбите. Это как раз те технологии, которые Космические силы точно хотят видеть в своем арсенале в ближайшем будущем.

Американская военно-промышленная компания L3Harris приступила к финальным испытаниям экспериментального спутника NTS-3, разработанного по заказу Исследовательской лаборатории BBC США. Его будущая задача — передавать сигналы позиционирования, навигации и синхронизации (ПНТ) с геостационарной орбиты Земли. Он станет опытным образцом технологии позиционирования нового поколения, альтернативы GPS. Спутник Navigation Technology Satellite-3 (NTS-3) проходит серию тестов на авиабазе в Нью-Мексико, а затем отправится на авиабазу «Эдвардс» в Калифорнии, для первых радиочастотных испытаний, сообщает Space News. Аппарат массой 1250 кг был построен за \$84 млн по контракту, заключенному компанией L3Harris с BBC США в 2018 году. Пентагон планирует отправить его на орбиту в рамках миссии USSF-106, которая должна стать первым полетом новой ракеты Vulcan Centaur, которую строит United Launch Alliance, в интересах национальной безопасности. После выхода на орбиту NTS-3 будет действовать независимо от GPS. Благодаря новой технологии и передовым формам сигналов противникам будет сложнее заглушить или обмануть его. BBC США назвала этот проект «Vanguard» (авангард). Если испытания пройдут успешно, военные, скорее всего, закупят партию таких спутников для усиления группировки GPS. За разработку перепрограммируемого приемника, который позволит пользователям получать и сигналы GPS, и новые сигналы NTS-3, отвечали AFRL и корпорация Mitre. Наземные системы изготовила Parsons Corp.

В 2023 году можно ждать бум использования роботов, особенно таких, как социальные боты, а военная операция на Украине создала новый рынок умных машин для убийства, считает Габриэль Нури, менеджер по робототехнике компании Canonical. В 2023 году социальные роботы вернутся в новом качестве. В конце 2022 года мы увидели, как крупные компании, например Sony, представили таких роботов, как Poiq. Благодаря моделям генерации естественного языка, подобным GPT-3, роботы могут создавать новые диалоговые системы. Это улучшит интерактивность, позволяя роботам отвечать на любые вопросы. Социальные роботы также будут создавать нарративы и научатся довольно хорошо имитировать личность, делая взаимодействие с пользователями более «бесшовным». GPT-3 также поддерживает генератор изображений Dall-E. В совокупности эти технологии позволят роботам не только рассказывать, но и показывать динамичные истории. Поскольку генерация изображений и контекста сливаются, осознание сцены роботами и социальный интеллект сделают новый скачок. Воспроизводя подробное текстовое описание изображения, роботы вскоре смогут понимать, в каком пространстве они находятся и что делают люди. Это еще один шаг к реальной автономии, — Габриэль Нури, менеджер по робототехнике компании Canonical. Военные действия на Украине показали, что у рынка роботов есть новая ниша сбыта. Институт изучения войны

заявил, что дроны также важны, как и снаряды. Их крупномасштабное развертывание делает эту «войну дронов» самой большой из когда-либо виденных нами. Автономные транспортные средства также нашли свою нишу в конфликте, позволяя армиям обеспечивать логистику. Не так давно китайская компания Kestrel Defense опубликовала видео, на которых четвероногий робот выпускает ракеты или стреляет из пулемета. Подобные разработки есть и у российской армии. К сожалению, в 2023 году мы можем подтвердить, что в мире началась новая гонка вооружений. Давно прошло время запрета ЕС на роботов-убийц. Эта война, вероятно, подготовила почву для того, что происходит, — Габриэль Нури.

Сегодня все говорят о мире, но в реальности всё страны втягиваются в ускоряющуюся гонку вооружений. США представили план по установке новых боевых частей на следующее поколение сухопутной части ядерной триады. Объявление сделано на фоне обострения напряженности в отношениях с Китаем и Россией, двумя ведущими ядерными державами мира. Многие западные эксперты усматривают в этом новый виток холодной войны. В этом месяце издание Breaking Defense сообщило, что ВВС США объявили конкурс на разработку концепта боевой части (Next Generation Reentry Vehicle - NGRV) для установки на новые межконтинентальные баллистические ракеты (МБР) LGM-35A Sentinel, которые должны обладать "повышенной живучестью, летальностью и точностью". В докладе говорится, что ядерная боеголовка будет размещена в головной части ракеты. По умолчанию на каждой ракете LGM-35A Sentinel ВВС США будет установлена одна боеголовка, однако при необходимости их количество может доведено до двух или даже трех - тут все зависит ситуации на международной арене. Breaking Defense пишет, что NGRV будет использовать модульную конструкцию с открытой системной архитектурой. Уникальная цифровая технология позволит в будущем использовать такие элементы, как эффективные боевые блоки и средства противодействия. В рамках этого проекта Пентагон пытается заменить свои давно устаревшие МБР наземного базирования. В апреле прошлого года Asia Times опубликовала статью о планах США по замене LGM-30G Minuteman III времен холодной войны на LGM-35A Sentinel. Вашингтон намерен завершить эту программу к 2029 году. В отличие от LGM-30G Minuteman III, LGM-35A Sentinel будет использовать модульную конструкцию и открытую архитектуру программного обеспечения. По мнению экспертов, такой подход позволит легко заменить устаревшие компоненты, что даст возможность участвовать в процессе модернизации и усовершенствование системы сразу нескольким подрядчикам. В первую очередь, это касается мер безопасности, систем наведения и средств поражения.

Ввод в эксплуатацию новых МБР - LGM-35A Sentinel позволит проводить обслуживание боеголовок при закрытых люках бункера, что по сравнению с LGM-30G Minuteman III нивелирует проблемы безопасности и снизит затраты на охрану объекта. В отличие от LGM-30G Minuteman III, ракеты LGM-35A Sentinel будут обладать улучшенной тяговооруженностью, благодаря чему они получают возможность нести более тяжелую полезную нагрузку, например, три ядерных боеголовки или какие-то другие средства поражения. В Пентагоне заявили, что новый проект по реконструкции межконтинентальных баллистических ракет свидетельствует о высокой значимости ядерного арсенала сухопутного базирования США. Учитывая это, Тодд Харрисон в докладе Центра стратегических и международных исследований за

2017 год пишет, что МБР наземного базирования выполняют две основные роли в ядерной триаде США. Прежде всего, Харрисон отмечает, что МБР наземного базирования играют роль "ракетной губки", которая притягивает к себе ракеты противника. По его словам, противник должен потратить как минимум одну ракету на нейтрализацию географически разнесенных целей в рамках превентивного удара, что увеличивает количество и потенциал ракет, необходимых для успешности такой атаки. Во-вторых, ракеты МБР наземного базирования обеспечивают возможность нанесения первого удара, поскольку, в отличие от ядерного оружия на стратегических бомбардировщиках или подводных лодках, они практически всегда находятся в состоянии боевой готовности и могут быть запущены в течение нескольких минут. Однако несмотря на стратегическую важность ядерного арсенала наземного базирования США, он остро нуждается в модернизации. В статье для американского журнала Time, опубликованной в сентябре 2022 года, У. Дж. Хенниган сообщает, что ядерный арсенал США сухопутного базирования, построенный на базе ракеты LGM-30G Minuteman III, все еще использует раритетные компоненты 1960-х годов, испытывает трудности с морально и физически устаревшими системами управления и контроля, базируется в обветшалой инфраструктуре и нуждается во все более сложном и дорогостоящем техническом обслуживании.

Ядерные державы наращивают число развернутых ядерных боеголовок на фоне российско-украинского конфликта, сообщил Стокгольмский международный институт исследования проблем мира (SIPRI). В январе 2023 года из 12 512 боеголовок примерно 9576 находились на складах для потенциального использования — это на 86 единиц больше, чем в январе 2022 года. США увеличили число развернутых боеголовок с 1744 до 1770, Россия — с 1588 до 1674. Всего около 2 тыс. боеголовок — почти все они принадлежат РФ и США — находились в состоянии повышенной боеготовности (означает оснащение ими ракет или размещение на авиабазах стратегической авиации). Россия значительно обходит США по числу хранящихся боеголовок — 2815 против 1938. Общее число боеголовок, развернутых и хранящихся, в США не изменилось (3708). В России этот показатель вырос с 4477 до 4489. Общее число боеголовок с учетом снятых с вооружений составляет 5244 у США (-184), и 5889 у России (-88). Всего в мире около 3844 боеголовок развернуты на ракетах и самолетах. Девять ядерных держав — Великобритания, Израиль, Индия, Китай, КНДР, Пакистан, Россия, США, Франция — продолжают модернизацию ядерных арсеналов. Некоторые из них в 2022 году развернули новые системы вооружения, снабженные ядерными арсеналами или способные к их использованию. Россия и США обладают почти 90% всего ядерного оружия. SIPRI считает, что размеры их ядерных арсеналов оставались «относительно стабильными в 2022 году». Однако эксперты отмечают снижение прозрачности в этом вопросе со стороны и РФ, и США на фоне конфликта на Украине. Отдельно в докладе рассматривается приостановка диалога между Москвой и Вашингтоном по стратегической стабильности. Однако, по оценке SIPRI, развернутые стратегические ядерные силы двух стран остаются в пределах ограничений Договора по сокращению стратегических наступательных вооружений.

Китай нарастил свой ядерный арсенал с 350 боеголовок до 410. Речь идет о хранящемся вооружении. SIPRI считает, что число китайских баллистических ракет к концу десятилетия может сравняться с российским или американским. SIPRI ожидает

увеличения числа боеголовок в Великобритании, исходя из заявлений властей. Однако страна ранее прекратила публично раскрывать данные по развернутому вооружению. Франция продолжала работу по созданию атомной подлодки, оснащенной баллистическими ракетами третьего поколения, новой крылатой ракеты воздушного базирования. Индия и Пакистан расширяли ядерные арсеналы и продолжали разработку новых систем доставки. Пакистан является для Индии основным объектом ядерного сдерживания. Однако Нью-Дели работает и над созданием систем дальнего радиуса действия, в том числе тех, которые могут поражать цели на территории Китая. КНДР в 2022 году не проводила ядерных испытаний, но произвела больше 90 пробных ракетных пусков. Некоторые из запущенных ракет могут оснащаться ядерными боеголовками. По данным SOPRI, КНДР произвела 30 боеголовок и располагает материалами для увеличения их числа до 50–70. Израиль, который официально не признает наличия ядерного оружия, по информации экспертов, проводил модернизацию арсенала. США начинают серийное производство новых ядерных авиабомб, которые будут размещены в Европе уже в этом году. Об этом сообщило Национальное управление ядерной безопасности страны. Речь идет о новейших боеприпасах B61–12, которые призваны заменить три из четырех устаревших модификаций бомбы B-61 и будут отличаться от них в том числе отсутствием парашюта и наличием новой хвостовой части с инерциальной системой наведения, увеличивающей точность применения.

Но и без ядерного вооружения в мире резко количество и эффективность военной техники, и этот процесс постоянно ускоряется. Развитие мира всегда происходит по синусоидальной взлёта и падения. В данный момент кривая синусоидальной находится внизу, деградация общества достигла его предела, а это означает, что синусоидальная кривая в скором времени начнёт своё возвышение. Будем верить и надеяться.

МНБНД Б ҮМДПВДСЗ ЙДЗ ЯСНЛ МНИ ОПНЛ Ъ Ч КДММНРСЗ ЖЯ 2023 ВНГ

Согласно новому отчету Международного энергетического агентства (МЭА), возобновляемые источники энергии вместе с атомной энергетикой будут удовлетворять подавляющую часть роста мирового спроса на электроэнергию в ближайшие три года, что сделает маловероятным значительное увеличение выбросов углерода в энергетическом секторе. После небольшого замедления в 2022 году до 2% из-за глобального энергетического кризиса и исключительных погодных условий в некоторых регионах, ожидается, что рост мирового спроса на электроэнергию ускорится до 3% в среднем до 2025 года, говорится в докладе МЭА.

Ожидается, что более 70% роста мирового спроса на электроэнергию в ближайшие три года придется на Китай, Индию и Юго-Восточную Азию. В настоящее время прогнозируется, что доля Китая в мировом потреблении электроэнергии к 2025 году достигнет нового рекорда - одной трети, по сравнению с одной четвертью в 2015 году. В то же время страны с развитой экономикой стремятся расширить использование электроэнергии, чтобы вытеснить ископаемые виды топлива в таких секторах, как транспорт, отопление и промышленность. В то время как в Европейском Союзе в ближайшие годы ожидается снижение выработки электроэнергии на природном газе, исходя из текущих тенденций, значительный рост на Ближнем Востоке должен частично компенсировать это снижение, говорится в докладе. Между тем, ожидаемое снижение выработки электроэнергии на угле в Европе и Северной и Южной Америке, скорее всего, будет сопровождаться ростом в Азиатско-Тихоокеанском регионе, несмотря на увеличение развертывания атомной энергетикой и возобновление работы электростанций в некоторых странах, например, в Японии.

По данным МЭА, возобновляемые источники энергии и атомная энергия будут доминировать в росте мирового электроснабжения в ближайшие три года, удовлетворяя в среднем более 90% дополнительного спроса. В период 2023-2025 годов производство электроэнергии из возобновляемых источников будет расти быстрее, чем из всех других источников вместе взятых, с годовым ростом более 9%. Высокие темпы роста возобновляемых источников энергии означают, что их доля в мировом энергобалансе вырастет с 29% в 2022 году до 35% в 2025 году. В 2022м году объем производства атомной энергии снизился на 4,3% в связи с остановкой на техническое обслуживание большого количества французских АЭС, выводом из эксплуатации энергоблоков в Германии и Бельгии, а также снижением объемов производства на Украине. Однако ожидается, что в период с 2023 по 2025 год производство будет расти в среднем на 3,6% в год, в основном за счет роста в Азиатско-Тихоокеанском регионе, а также возвращения французской генерации к нормальному уровню. Более половины роста мировой атомной генерации до 2025 года приходится всего на четыре страны – Китай, Индии, Японию и Южную Корею. За пределами Азии французский атомный парк обеспечит более трети абсолютного роста мировой атомной генерации до 2025 года по мере постепенного восстановления.

"Энергетический кризис возродил интерес к роли атомной энергетики в обеспечении энергетической безопасности и снижении интенсивности выбросов CO₂ при производстве электроэнергии", - сказано в отчете, - "В Европе и США возобновились дискуссии о будущей роли атома в энергобалансе. В то же время в других частях мира уже наблюдается ускоренное развертывание атомных станций". "В результате в 2023-2025 годах мировое производство атомной энергии вырастет в среднем почти на 4%, что значительно выше, чем 2% в 2015-2019 годах. Это означает, что в каждый год до 2025 года за счет атомной энергетики будет производиться дополнительно около 100 ТВтч электроэнергии, что эквивалентно примерно одной восьмой выработки атомной энергии в США на сегодняшний день", - говорит МЭА. В отчете отмечается, что спрос и предложение электроэнергии во всем мире становятся все более зависимыми от погодных условий, причем экстремальные условия станут постоянной темой в 2022 году. Это подчеркивает необходимость более быстрой декарбонизации и ускоренного внедрения технологий экологически чистой энергетики. В то же время, по мере ускорения перехода к ней, влияние погодных явлений на спрос на электроэнергию будет усиливаться из-за растущей электрификации отопления, а доля погодозависимых возобновляемых источников энергии будет продолжать расти в структуре генерации. "Рост мирового спроса на электроэнергию ускорится, и в ближайшие три года нынешнее потребление электроэнергии в Японии увеличится более чем в два раза", - заявил исполнительный директор МЭА Фатих Бироль, -

"Хорошей новостью является то, что возобновляемые источники энергии и атомная энергетика растут достаточно быстро, чтобы удовлетворить почти весь этот дополнительный аппетит, что говорит о том, что мы близки к переломному моменту для выбросов в энергетическом секторе. Теперь правительствам необходимо дать возможность источникам с низким уровнем выбросов расти еще быстрее и снизить выбросы, чтобы мир мог обеспечить надежное электроснабжение и одновременно достичь климатических целей". "Отчет МЭА демонстрирует очень важную роль, которую атомная энергия играет в настоящее время и будет играть в ближайшие несколько лет в достижении целей энергетической безопасности и целевых показателей по выбросам, причем в 2025 году мировая ядерная генерация достигнет рекордного уровня. Мы надеемся, что эта реальность приведет к большему признанию МЭА того вклада, который мирный атом должен внести в их прогнозы и сценарии достижения нулевых выбросов", - отметила глава Всемирной ядерной ассоциации Сама Бильбао-и-Леон.

По состоянию на май 2023 года в 32 странах мира в эксплуатации находилось 436 ядерных реакторов. Наибольшее количество действующих ядерных реакторов на тот момент было в Соединенных Штатах - 93 единицы. Франция, Китай и Россия занимали следующие три места, имея в эксплуатации 56, 55 и 37 ядерных реакторов соответственно. Работающие ядерные реакторы - это те, которые подключены к сети. Самые крупные реакторы, находившиеся в стадии строительства по состоянию на май 2023 года, располагались в Великобритании с валовой мощностью производства электроэнергии 1 720 мегаватт. Между тем, страной с наибольшей мощностью строящихся ядерных реакторов в мире был Китай, где на тот момент строились реакторы общей мощностью почти 22 гигаватта.

Как сообщила Китайская национальная ядерная корпорация, новейшая версия тороидальной установки для удержания плазмы HL-2A получила ток силой 1 млн ампер в режиме улучшенного удержания. Ученые надеются, что им удастся, наконец, приблизиться к управляемому ядерному синтезу, который обеспечит доступ к безопасной, чистой и почти неисчерпаемой энергии. «Это важная веха в развитии термоядерной энергии в стране, поскольку управляемый ядерный синтез — один из трех столпов стратегии развития ядерной энергетики КНР», — говорится в заявлении Ядерной корпорации. Представители корпорации заявили, что устройство работает в улучшенном режиме (H-режиме), который обеспечивает значительно более высокую температуру и плотность плазмы. Успех токамака HL-2A в достижении силы тока 1 МА стал возможен благодаря усовершенствованию нового реактора, устранению «ключевых технических препятствий», вызванных применением более мощной системы нагрева и нового дивертера, отводящего тепло и защищающего стенки реактора от повреждений. Его изготовили специалисты компании Юго-Западного института физики в Чэнду.

Китай стремится добиться независимости в сфере энергетики, и ядерная энергия играет в этой стратегии ключевую роль. За последнее десятилетие страна втрое увеличила мощность своих ядерных электростанций, сообщает Всемирная ядерная ассоциация. Что касается термоядерных технологий, то за период с 2011 по 2022 годы Китай запатентовал больше изобретений в этой области, чем любая другая страна. Кроме того, в 2035 году в КНР планируют закончить строительство прототипа промышленного реактора термоядерного синтеза, а к середине века — начать выработку термоядерной энергии. Важный шаг к термоядерной энергии сделали весной сотрудники EAST, экспериментального сверхпроводящего токамака Академии наук КНР. Она установила новый рекорд — после 120 тысяч испытаний, тороидальная установка смогла поддерживать плазму в режиме высокого удержания в течение 403 секунды. Предыдущий рекорд — 101 секунда — был установлен в 2017 году.

Стартап, получивший инвестиции от Билла Гейтса, готовится представить модульную батарею в контейнере, разработанную для хранения возобновляемой энергии по самой низкой цене из возможных. Сохраненные излишки чистой энергии можно будет потом отдавать в виде электричества или промышленного тепла. Декарбонизация тяжелой промышленности — крайне непростая задача, учитывая нестабильную природу возобновляемых источников энергии. Фабрикам и заводам нужен бесперебойный доступ к энергии, который не в состоянии обеспечить солнечные панели и ветрогенераторы. В качестве решения этой проблемы обычно предлагают различные накопители энергии. Например, сделанные из углеродных блоков. Основатели стартапа Antora Energy полагают, что их система окажется дешевле и практичнее, чем аналоги, поскольку может накапливать энергию до 2000 °C и выделять ее как в виде тепла, так и в виде электричества, через высокоэффективные термофотогальванические панели. Материал для блоков легко доступен практически в любом количестве — это побочный продукт различных промышленных процессов, пояснил сооснователь стартапа Эндрю Понек. Это один из самых дешевых материалов для аккумуляции тепла: всего \$1 за кВт*ч, что приблизительно в 50 раз дешевле, чем в случае литий-ионной батареи. Благодаря высокой плотности энергии блоки легко перевозить. К тому же он нетоксичный и не

загрязняет среду. По мере накопления тепла у твердого углерода повышается теплопроводность и механическая прочность и придают материалу способность быстро абсорбировать большой объем энергии. Блоки сохраняют твердое состояние при температуре до 3000 °С, что позволяет обойти ряд проблем, с которыми сталкиваются другие носители тепла, например, расплавы солей.

«Последнее преимущество крайне высокой температурной стабильности углерода касается теплопередачи, — сказал Понек. — Лучистая теплопередача пропорциональна температуре исходного объекта в четвертой степени, так что если вы удвоите температуру, вы повысите лучистую теплопередачу в 16 раз. В итоге при температурах выше 1500 °С теплопередача работает совершенно иначе, чем при комнатной температуре. Излучение доминирует над проводимостью и конвекцией. К примеру, при 2000 °С свыше 99% теплопередачи осуществляется через свет». Таким образом, система Antora использует излучение раскаленных углеродных блоков. Если клиенту нужно получить сохраненную энергию в виде тепла, система нагревает пар, воздух или какую-нибудь жидкость, которую можно направить в трубы для отопления зданий. Если нужно электричество, свет блоков направляют на фотогальванические панели. Antora уже начала производство тепло-фотогальванических элементов на фабрике с мощностью 2 МВт в год. В 2025 году компания рассчитывает передать клиентам первые коммерческие хранилища энергии на углеродных блоках.

24 августа начался сброс в море первой партии воды с тритием с АЭС Фукусима. Планируется, что в течение 17 дней они сольют первую партию из 7800 т. из более чем миллиона тонн воды, накопленной на площадке. Весь же процесс слива воды займет более 30 лет. Так что нет, они не будут в ближайшие дни сливать весь миллион тонн воды. Месяц назад МАГАТЭ выпустило подробный доклад по теме сброса воды с Фукусимы, и в целом их выводы на основе оценок ТЕРСО: в чисто техническом плане, такой сброс не несет серьезных рисков для людей и морской флоры и фауны, а возможные дозы для людей даже вблизи точки сброса будут в сотни тысяч раз ниже допустимых нормативов для населения. А к границе территориальных вод Японии уровни трития от сброса будут сопоставимы с фоновыми. В целом критиков идеи сброса воды хватает. Давайте сначала коротко их аргументы разберем. Критикуют это решение ряд соседних с Японией стран, например Южная Корея, Китай и Россия. Последние ведут совместную длительную переписку в рамках МАГАТЭ с Японией. Например, Китай и Россия спрашивают почему выбран именно такой вариант обращения с водой, а не решено и дальше хранить ее на площадке или выпарить? Напекают на то, что помимо трития могут быть сброшены и другие радионуклиды в больших количествах, сомневаются в качественном мониторинге и т.д.

Япония отвечает, что хранить воду на площадке не получается потому, что для нее, во-первых, уже места не остается, и действительно если вы посмотрите на любую фотографию этой АЭС сейчас она вся заставлена баками с водой, и они заполнены почти на 97%. А во вторых, отвечает Япония, это в целом не долгосрочное решение и небезопасный способ. Воду и так уже более 10 лет хранят в баках, бывают протечки, и со временем их может быть больше и больше. Так что нужно какое-то окончательное решение, которое они и выбирали все эти годы. Касательно отказа от выпаривания они ссылаются на то, что процесс воздушного уноса трития при этом будет сложнее контролировать, чем водный сброс. Кроме того, японцы пеняют Китаю, что те зря

так форсируют опасность трития, и напоминают, что одна из АЭС Китая (конкретно - АЭС Qinshan, где за большой сброс трития в основном отвечают два тяжеловодных реактора) ежегодно сбрасывает в океан трития в 10 раз больше, причем совершенно легально и под контролем всех регулирующих органов, чем ежегодно планируют сбрасывать с АЭС Фукусима.

Австралийские ученые сообщили о достижении наивысшей на сегодня эффективности преобразования солнечной энергии для перовскитовых фотоэлементов на стальной подложке. Для того чтобы предотвратить диффузию железа из подложки в фотоэлектрический элемент, они поместили между ними слой оксида индия-олова. Преимущество гибкой и проводящей электричество стали перед стеклом — традиционным материалом для подложки солнечного элемента — в том, что она может выполнять двойную функцию: и подложки, и электрода. Причем как в случае монолитных солнечных панелей большой площади, так и для более мелких, с одно- и многопереходной архитектурой. Сталь, помимо гибкости и проводимости, обладает хорошей термостойкостью, прочностью и ударной вязкостью. Однако это непрозрачный материал, и если его использовать в фотоэлементе, то только вместе с прозрачным электродом. С этой целью ученые из Университета Сиднея использовали в качестве промежуточного слоя оксид индия-олова. Следующим после стали и слоя индия-олова толщиной 80 нм идет слой транспорта электронов из оксида олова, перовскитовый поглотитель, слой транспорта дырок Spiro-OMeTAD и буферный слой из триоксида молибдена, а сверху — прозрачный электрод из оксида индия-олова. Первый прототип, собранный по этой архитектуре, достиг эффективности преобразования 13,2%. Аналогичный элемент без промежуточного слоя индия-олова — всего 6%. Далее ученые решили применить метод пассивации — образования тонкого защитного слоя — чтобы еще больше повысить производительность элемента. В итоге образец показал эффективность 17,1%, самый высокий для перовскитовых фотоэлементов на стальной подложке.

Китайская компания CATL представила «первую в мире LFP-батарею со сверхбыстрой 4С-зарядкой». Новая батарея обеспечивает общий запас хода 700 км и может сравнительно быстро заряжаться даже при 10-градусном морозе. Ее массовое производство начнется уже в конце этого года. CATL — крупнейший в мире производитель аккумуляторов для электромобилей, который продает технологии мировым OEM-производителям, включая BMW, Daimler, Honda, Tesla, Volkswagen и многих других, в том числе большинству крупнейших китайских автопроизводителей. Новая батарея Shenxing зарядится от 0 до 80% за 10 минут, обеспечив до 400 км пробега за одну зарядку на быстрых зарядных устройствах. Это при обычных температурах; если температура опустится до -10°C , то зарядка до 80% с использованием встроенного подогрева батареи займет 30 минут. Компания утверждает, что низкие температуры не повлияют на способность батареи передавать полную мощность на колеса при необходимости. Чтобы достичь впечатляющего пробега в 700 км, емкость аккумулятора должна составлять 80–100 кВт·ч, в зависимости от общей эффективности автомобиля и аккумулятора. Для обеспечения безопасности при передаче электронов с высокой скоростью CATL разработала полностью нанокристаллический материал катода из фосфата лития и железа. Этот материал создает суперэлектронную сеть, которая способствует легкому

извлечению ионов лития и обеспечивает быстрый ответ на сигналы зарядки. Кроме того, на графитовых электродах была использована технология «быстрых ионных колец», которая создает дополнительные «полосы» на поверхности электродов. Это сокращает расстояния, которые должны пройти литиевые ионы при движении к активным поверхностям и обратно. Для ускорения перемещения ионов была разработана новая формула сверхпроводящего электролита, которая снижает его вязкость. Это вторая новаторская батарея, выпущенная компанией в этом году. Первой стала «конденсаторная батарея» массового производства, предназначенная для электроавиации. Она обладает вдвое большей энергетической плотностью по сравнению с батареей Tesla Model Y, составляющей 500 Вт·ч/кг. Также стоит отметить 140-кВт·ч батарею Qilin, поставленную CATL в прошлом году для специальной версии Zeekr 001. Аккумулятор сделал эту модель первым электрическим серийным автомобилем с запасом хода более 1000 км.

В наше время весьма активно развиваются возобновляемые источники энергии, включая солнечные элементы, ветроэнергетику, геотермальную энергетику, энергию приливов волн и т. п. Но всё это — способы получить энергию. А вот с накоплением всё немного сложнее. Так, те же литиевые аккумуляторы дорогие, достаточно «грязные», включая как производство, так и утилизацию. Да и жизненный цикл их не такой уж и большой. А ещё запасы лития на Земле вовсе не бесконечны. Так что учёные ищут новые способы хранения энергии, и, кажется, это им удаётся. Одна из относительно новых технологий — гравитационные аккумуляторы, где используются только твёрдые материалы, в основном бетон и металл. Дело в том, что накопительные гидроэлектростанции — вовсе не новая технология, существуют они десятки лет. Но их использование предполагает наличие определённой конфигурации местности и большого количества воды. Возвести НГЭС непросто, это дорогое удовольствие. А вот бетонные аккумуляторы — отличный вариант. Они работают по известному принципу: при наличии избытка энергии система накапливает её, в данном случае поднимая груз на определённую высоту. А когда энергии не хватает, груз опускается, преобразуя потенциальную энергию в кинетическую, а затем в электрическую при помощи генератора.

Главное достоинство концепции в том, что такие аккумуляторы можно строить везде — хоть в пустыне, хоть в условиях прохладного климата. Есть там вода или нет, не суть важно. Да и основные материалы, как и говорилось выше, — металл и бетон. Они относительно дешёвые, их много, плюс служить они могут гораздо дольше, чем химические батареи. Стоимость эксплуатации такой системы меньше, чем НГЭС, а если что-то сломается, можно быстро починить. Самый показательный пример — крупная гравитационная накопительная установка, которая построена швейцарцами в Китае. Разработка реализована компанией Energy Vault, которая имеет большой опыт в проектировании и создании подобных систем. Проект получил название EVx. Работает она просто — используется принцип подъёма и опускания бетонных блоков для всё того же накопления высвобождения потенциальной энергии. Накопить можно до 100 МВт*ч. Эта станция построена в провинции Цзянсу, и на данный момент она является первым в мире коммерческим гравитационным аккумулятором. Энергия запасается при подъёме 24-тонных блоков на высоту свыше 100 метров. В этой установке используется система лифтов, а не кранов с блоками, как было раньше. Краны использовались в прототипе EV1

компании Energy Vault, который был построен в Швейцарии в 2020 г. с характеристиками 5 МВт и 35 МВт*ч.

По словам создателей системы, её эффективность составляет 75%. То есть аккумулятор возвращает около 75% накопленной кинетической энергии. Конечно, желательно повысить этот показатель, но для такого рода накопителей 75% — отличный результат. Достоинство системы в том, что она простая, надёжная, собирается из местных комплектующих, включая блоки, и может работать в любых климатических условиях без специального контроля и сложного климатического оборудования. Ещё один положительный момент в том, что при необходимости «ёмкость» такого накопителя энергии можно увеличить — как за счёт увеличения высоты конструкции, так и за счёт её расширения в стороны. Это относительно быстрый и безопасный для всей конструкции процесс. Что касается бетона, то в случае Evx используется не он, а прессованный грунт. Для того чтобы его скрепить, добавляются специальные растворы — примерно 1% от массы блока. Накопитель достаточно надёжный, компания даёт сразу 35 лет гарантии на работу своей системы.

В Индии запущен крупнейший в мире кластер гибридных возобновляемых источников энергии. Компания Adani Green Energy завершила проекты солнечной энергии и ветра общей мощностью 2,14 ГВт в штате Раджастан. Всего в установках использовались 5,8 млн солнечных модулей и 353 ветряные турбины. Adani Green Energy запустила гибридный кластер солнечной энергии и ветра мощностью 2,14 ГВт в районе Джайсалмер в индийском штате Раджастан. На площади в 46,5 кв км установлено 5,8 млн солнечных модулей с мощностью 535 Вт каждый. Примерно 40% общей мощности фотоэлектрических модулей установлены на конструкциях с фиксированным наклоном. Кроме того, проект включает 353 ветряных турбины. Планы на будущее у Adani Green Energy грандиозные. Компания намерена построить гибридный проект солнечной энергии и ветра мощностью 15 ГВт в Хавде, штат Гуджарат. Планируемый кластер займет площадь 285 кв км. Проект будет включать 33,6 млн фотоэлектрических модулей мощностью 570+ Вт каждый. Установка также будет оснащена трекерами с роботизированной технологией очистки и 375 ветряными турбинами.

Важнейшей характеристикой любой батареи, которая может стать приемлемым вариантом хранения возобновляемой энергии, является цена. Анализ, проведенный специалистами MIT, показал: для того чтобы энергосеть полностью питалась энергией ветра и солнца, батарея должна обходиться не дороже \$20 за киловатт-час. Современный литий-ионный промышленный аккумулятор на 10 часов стоит около \$405 за кВт*ч. Жидкометаллический аккумулятор способен существенно снизить стоимость хранения энергии. Профессор химии Дональд Сэдовой из MIT изобрел более десяти лет назад жидкометаллическую батарею с электродами из расплавленного металла и электролитом из расплава солей, основным достоинством которой должна была стать низкая стоимость. Для коммерциализации своего продукта он основал стартап Ambri. Батарея Ambri стоит от \$180 до \$250 за кВт*ч, в зависимости от размера и срока службы. Однако к 2030 году расчетная стоимость составит примерно \$21 за кВт*ч. По крайней мере, в этом убежден основатель стартапа и его коллеги, а также руководство компании Marlborough, которая готовится разместить у себя первую жидкометаллическую батарею на 300 кВт*ч. Ее построят Ambri и коммунальное предприятие Xcel Energy в

городе Аврора (Колорадо) в начале 2024 года. Полностью готовой к работе она должна стать к концу года.

Сниженная стоимость жидкометаллической батареи объясняется более доступными материалами, простыми химическими процессами и конструкцией по сравнению с литий-ионными аналогами, а также более долгим сроком службы. «Идея жидкометаллической батареи делает ее уникальной для стационарного хранения. В отличие от литиевой, она не воспламеняется. И устойчива к спаду емкости, — объяснил Сэдовой. — У нас есть данные о тысячах циклов зарядки, это годы работы. Эта штука может 20 лет работать и все еще сохранит 95% емкости. Покажите мне кого-нибудь, кто пользуется 20-летней литий-ионной батареей». Жидкометаллическая батарея Ambri состоит из трех жидких слоев, расположенных по уровню плотности. Самый плотный слой, катод из расплавленной сурьмы, находится внизу. Наверху самый легкий — анод из сплава кальция, а между ними электролит из хлорида кальция. Между ними нет никаких мембран или сепараторов. Минусом новой химии и нестандартного форм-фактора стал долгий путь к массовому производству. Весь прогресс в технологии выпуска литий-ионных батарей ничем не мог помочь изобретателям. Пришлось все создавать с нуля, включая производственное оборудование. Помимо Marlborough у Ambri есть крупный заказ на батареи от Microsoft. Компания хочет избавиться от дизельных генераторов, которые сейчас выполняют функцию автономного источника питания. Для запуска производства Ambri понадобится надежный источник сурьмы. Почти 90% мировых запасов этого вещества находится на территории Китая, России и Таджикистана.

Добавление угля превратило цемент в проводник, из которого можно сделать накопитель энергии. Если новую технологию удастся масштабировать, то в будущем дома и дороги смогут хранить электричество в собственном фундаменте, питая бытовые приборы и электромобили. Основа бетона — цемент — сам по себе крайне плохо проводит электричество. Однако ученые из Массачусетского технологического института (MIT) руководимые Franz-Josef Ulm нашли способ сделать его проводником, смешав с техническим углеродом. Полученный материал можно использовать для создания ионисторов — эффективных накопителей заряда. Это удалось продемонстрировать, запитав от такой «бетонной батареи» обычную лампочку. Ионисторы (суперконденсаторы) — простые и эффективные устройства, занимающие среднее положение между конденсаторами и химическими аккумуляторами. Как у конденсаторов, у ионисторов имеются проводящие электроды — «обкладки». Как у аккумуляторов, пространство между ними заполняет проводящий электролит, разделенный проницаемой для ионов мембраной. Подача напряжения на электроды позволяет накапливать заряды, разделяя их по разные стороны мембраны. При этом использование негорючих электролитов делает такую систему весьма безопасной. Инженеры и физики постоянно пытаются интегрировать ионисторы в различные структурные материалы, включая бетон. Новое решение этой задачи нашла команда из MIT. Авторы исследования смешали цемент с тремя-четырьмя процентами технического углерода (мелкая графитовая пыль) и добавили воду. Сам цемент хорошо взаимодействует с водой, а вот углерод гидрофобен, поэтому он формирует сгустки и нити. Таким образом внутри затвердевшей структуры образовалась проводящая сеть. Из пары блоков такого

материала можно сделать электроды: ученые поместили между ними мембраны, добавили электролит (хлорид калия), получив небольшой, размером примерно с пуговицу, ионистор.

Далее Ульм и его коллеги продемонстрировали, что устройство работает, успешно запитав от него светодиод. Ученые подсчитали, что емкости такой «бетонной батарейки» достаточно, чтобы в фундаменте типичного частного дома (для США — средним объемом 45 кубометров) можно было накопить до 10 киловатт-час, чего хватит для обитателей этого дома на целый день. Особенно важно то, что для получения «бетонной батарейки» используют дешевые, широко распространенные материалы, известные с глубокой древности. Эти процессы легко сочетать с уже существующим производством бетонных изделий. Если новый подход удастся масштабировать, то в накопители энергии можно превратить почти любые строительные сооружения, включая заряжающие дороги для электромобилей и накапливающие энергию фундаменты для ветряков.

В атомной отрасли появилась новая технология, которая позволяет с высокой точностью измерять геометрию деталей сложной формы с отражающими поверхностями. Это роботизированное высокоточное 3D-сканирование, которое разработали специалисты компании Росатома «Цифрум» и Института машиностроения, материалов и транспорта (ИММИТ) Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого. Технология может существенно повысить эффективность и качество производства, а также снизить затраты на контроль и исправление ошибок. 3D-сканирование — это процесс получения трехмерной модели объекта на основе его фотографий или лазерных изображений. Такая модель может быть использована для различных целей: например, для создания копий объекта, для его дальнейшего проектирования или модификации, для контроля качества или для анализа его свойств. Впервые такая технология была создана в Израиле по заказу японских автостроительных компаний. В атомной отрасли 3D-сканирование применяется для контроля геометрии деталей, которые используются в различных устройствах и конструкциях: например, в реакторах, турбинах, насосах, трубопроводах и т. д. Точность геометрии деталей влияет на безопасность, надежность и эффективность работы атомных объектов. Поэтому важно обеспечить соответствие деталей заранее заданным параметрам и избегать их деформации в процессе изготовления или эксплуатации.

Для этого необходимо проводить регулярные измерения геометрии деталей с помощью специальных приборов — контрольно-измерительных машин (КИМ). Однако такие машины имеют ряд недостатков: они дорогие, сложные в обслуживании и требуют большого количества времени и ресурсов для проведения измерений. Кроме того, они не могут работать с деталями, имеющими зеркальную поверхность, так как отражение света мешает получению точных данных. Для таких деталей необходимо наносить специальные составы, которые уменьшают отражение, но при этом могут повредить поверхность или изменить ее свойства. Технология роботизированного высокоточного 3D-сканирования основана на использовании роботов, которые оснащены камерами и лазерными сканерами. Роботы могут автоматически перемещаться по заданной траектории и сканировать детали с разных ракурсов. При этом они учитывают особенности формы и поверхности деталей и подбирают оптимальные параметры сканирования. Затем

полученные данные обрабатываются специальным программным обеспечением, которое создает трехмерную модель детали и сравнивает ее с эталонной.

Таким образом, можно определить, есть ли отклонения в геометрии детали и насколько они значительны. Это позволяет своевременно обнаруживать и исправлять ошибки, которые могут привести к снижению качества или безопасности продукции. Кроме того, это способствует повышению производительности и сокращению себестоимости, так как уменьшается количество бракованных деталей и отходов. Наконец, это способствует развитию инноваций и конкурентоспособности, так как позволяет создавать более сложные и точные детали, которые могут улучшить характеристики атомных объектов. Новая технология роботизированного высокоточного 3D-сканирования имеет большой потенциал для развития и применения в атомной отрасли и не только. По словам разработчиков, технология может быть адаптирована для разных типов деталей и разных отраслей промышленности, где требуется высокая точность геометрии. Также технология может быть интегрирована с другими цифровыми решениями, такими как цифровые двойники, искусственный интеллект, машинное обучение и т. д. Это может дать новые возможности для оптимизации производства, управления качеством, анализа данных и принятия решений. Несмотря на необходимость доработки, уже сейчас она вызывает интерес у представителей более чем 20 предприятий различных дивизионов атомной отрасли, которые хотят внедрить ее на своих производствах и обменяться опытом в сфере робототехники.

Деление ядер – это расщепление ядра атома с образованием двух (или более) лёгких элементов. Хотя в изотопах некоторых тяжёлых элементов, таких как торий и уран, оно может происходить спонтанно, обычно оно запускается нейтроном с нужной энергией, ударяющим по ядру. Энергия, выделяемая при разделении ядерных частиц, используется в качестве источника энергии с середины XX века. Хотя при производстве энергии не выделяются такие же опасные парниковые газы, как при сжигании ископаемого топлива, опасения по поводу риска расплавления, опасных отходов долговременного хранения и стоимости строительства означают, что атомное будущее, о котором многие мечтали в прошлом, может оказаться недостижимым. Только после Второй мировой войны инженеры вновь обратили внимание на возможность использования процесса деления ядер для устойчивого производства тепла, пригодного для выработки электроэнергии. В эпоху, когда при производстве около 60% электроэнергии в мире выделяются парниковые газы, угрожающие катастрофическим глобальным потеплением, атомная энергетика представляет собой сравнительно чистую альтернативу. Однако существуют издержки, которые могут ограничить возможности использования атомной энергии для спасения от климатического кризиса (What Is Nuclear Fission? : ScienceAlert)

Когда речь идёт о поиске экономически эффективных альтернатив ископаемому топливу с низким выбросом парниковых газов, есть варианты и похуже, чем атомная энергетика. Важно отметить, что есть варианты и лучше – современные технологии возобновляемой энергетики, такие как солнечная и ветровая, которые с каждым годом становятся все дешевле. Проблемы атомной энергетики делятся на три категории – отходы, риск и стоимость. Одна из самых больших озабоченностей общественности по поводу атомной энергетики в последние десятилетия связана с тем, что делать с урановым топливом после того, как

оно настолько насытится делящимися продуктами, что перестанет быть эффективным для производства энергии. Высокоактивные отходы содержат изотопы, радиоактивность которых может снизиться за тысячи лет до уровня, примерно соответствующего уровню радиоактивности руды, из которой они были получены. В настоящее время в мире хранится более четверти миллиона тонн высокорadioактивных отходов, ожидающих захоронения или переработки. Хотя хранящиеся ядерные отходы не представляют непосредственной угрозы, если они хорошо изолированы, вопросы долгосрочного обращения с ними, а также возможность неправильного обращения и несчастных случаев делают хранение растущего количества ядерных отходов неоднозначной проблемой. Одним из видов отходов можно считать и выбросы углерода. Хотя процесс деления и преобразования ядерной энергии в электричество относительно свободен от выбросов углерода, общий бюджет углерода, связанный с добычей и переработкой руды, необходимой для деления, и строительством конкретной электростанции, не равен нулю.

В течение всего срока службы новая атомная электростанция может выбрасывать в атмосферу примерно 4 г CO₂ на каждый киловатт*час произведённой электроэнергии. По некоторым оценкам, этот показатель значительно выше – от 10 до 130 граммов CO₂ в отдельных случаях. Таким образом, замена угольных электростанций на атомные позволит ежегодно сберечь в атмосфере несколько миллионов тонн CO₂, не говоря уже о твёрдых частицах и других загрязняющих веществах. По тем же причинам экологически чистые возобновляемые источники энергии, такие как ветряные турбины и солнечные батареи, также не имеют нулевых выбросов в силу их производства и установки [и проблем с захоронением / прим. перев.]. Углеродный след солнечных и ветряных электростанций более или менее сопоставим с нижним пределом для атомной энергетики. В целом, атомная энергия (в лучшем случае) не содержит столько же углерода, сколько солнечная и ветровая, хотя и связана с непопулярной проблемой отходов, которую мало кто хочет иметь у себя под боком.

Прошло более трёх десятилетий с тех пор, как советская Украина дала миру представление о том, как может выглядеть наихудший сценарий ядерной аварии. Чернобыльская АЭС, расплавившаяся во время технических испытаний в 1986 году, превратилась в радиоактивные руины на фоне отравленного радиоактивными осадками ландшафта. В 2011 году после землетрясения в Японии произошла авария на атомной станции «Фукусима». Подобные разрушительные события достаточно редки, чтобы о них можно было писать в шокирующих заголовках. Однако, по некоторым оценкам, такие аварии могут происходить раз в 10–20 лет, что в каждом случае чревато распространением радиоактивных веществ на сотни и даже тысячи километров. Насколько это может быть опасно? Трудно сказать, это зависит от множества факторов, связанных с плотностью населения, степенью облучения и концентрацией изотопов. По данным Всемирной организации здравоохранения, «перемещённое население Фукусимы страдает от психосоциальных и психических последствий переезда, разрыва социальных связей людей, потерявших жильё и работу, разрыва семейных связей и стигматизации». Иными словами, речь идёт не только о риске радиоактивности, о котором нам следует беспокоиться. Тем не менее, привыкнув к воздействию сжигания ископаемого топлива на здоровье человека, мы

мало задумываемся о влиянии на него твёрдых частиц, образующихся при сжигании угля. Который сам по себе тоже не совсем свободен от радиоактивных веществ.

Для сравнения затрат на производство электроэнергии исследователи используют так называемую нормированную стоимость энергии, или LCOE [levelized cost of energy]. Это показатель средней себестоимости выработки электроэнергии, рассчитанный на весь срок службы объекта. Этот показатель зависит от множества факторов, связанных с местоположением и колебаниями поставок ресурсов. Тем не менее, можно получить общее представление о LCOE в мире для сравнения технологий. Согласно докладу о состоянии атомной энергетики в мире на 2020 год за десятилетие с 2009 по 2019 год LCOE для атомной энергетики выросла на 26% и составила \$155 за мегаватт-час. В то же время угольная снизилась на 2%, до \$109. Солнечная фотоэлектрическая энергетика, напротив, упала почти на 90% и составила всего \$41. Конечно, новые технологии всегда могут изменить ситуацию. Поиск лучших способов улавливания ядерных отходов может сделать их более безопасными или, по крайней мере, дать общественности уверенность в том, что в будущем они будут представлять меньшую угрозу. Альтернативы изотопам урана могут снять тревогу по поводу расплавов и возможности создания оружия в ядерных программах. Изменение технологий может повлиять на масштабы реакторов или даже полностью повысить их LCOE. Анализ внедрения атомной и возобновляемой энергетики в более чем ста странах за последние 25 лет показал, что атомная энергетика не достигла таких же результатов по снижению выбросов углерода, как возобновляемая. Более того, инвестиции в атомную энергетику – это невозвратные затраты, которые затрудняют последующий переход на возобновляемые источники энергии. Всё это не означает, что ядерной энергетике нет места в будущем производстве энергии. Например, освоение космоса может выиграть от развития технологий ядерного деления. Помимо производства энергии, бесценной отраслью является производство особых изотопов для медицины и научных исследований с использованием деления. Возможно, она не спасёт нас от климатического кризиса, но ядерная эра даёт другие технологические преимущества, которые останутся с нами надолго.

Финляндия была первой страной мира, принявшей новую концепцию национальной инновационной системы в качестве базового элемента своей политики, и уже сегодня она может рассматриваться в качестве эталонного примера ее проведения. Опыт Финляндии весьма убедительно показывает, что материальные ресурсы лишь частично влияют на экономические и технологические показатели развития отдельно взятой страны. В современных условиях индустриального и постиндустриального развития жизненно важную роль играет интеллектуальный потенциал: образовательный, научно-исследовательский, а также компетентность в широком смысле этого слова. Наряду с материальным и интеллектуальным капиталом, экономические и технологические показатели страны также зависят от исторических, культурных и социальных факторов, и только в результате конкурентной борьбы и поиска самими Финскими компаниями наиболее эффективных и перспективных путей своего развития. Больших результатов Финляндия добивается и в области искусственного интеллекта.

С 2010 года мощность компьютеров позволяет сочетать так называемые большие данные (Big Data) с методами глубокого обучения (Deep Learning), которые основываются на использовании искусственных нейронных сетей. Весьма успешное применение во многих областях (распознавание речи и изображений, понимание естественного языка, беспилотный автомобиль и т.д.) позволяет говорить о возрождении ИИ. Меери Хаатая, эксперт по этике искусственного интеллекта (ИИ), считает, что экономика данных может процветать только, если граждане и потребители будут уверены, что ИИ используется в целях их благополучия. Меери Хаатая считает свою работу «чрезвычайно значимой» и «благодарной». Она работает активно в нескольких организациях, включая рабочую группу по этике финляндской программы ИИ. Данные копят, анализируют и используют всюду. Алгоритмы искусственного интеллекта обрабатывают данные, производя автоматизированные решения, рекомендации и услуги. Новые приложения искусственного интеллекта появляются все быстрее. «Наши положительные ожидания от экономики данных не сбудутся, если граждане и потребители не поверят, что искусственный интеллект используется на благо людей», - утверждает Меери Хаатая. В будущем, конкурентоспособность компаний и стран будет в значительной степени зависеть от их способности использовать данные и искусственный интеллект. Одним из ключевых вопросов является то, кто является большим экспертом в этой области. В то же время, все больше внимания стали обращать на этическую основу использования ИИ. Меери Хаатая раньше работала директором по искусственному интеллекту в OP Financial Group, одной из самых крупных и старых финансовых компаний Финляндии. В этот период её озарило, что власть и ответственность должны идти рука об руку. «Я начала думать о том, как мне убедить наших клиентов в том, что данные, накопленные о них, всегда действительно были в их пользу», - продолжает она.

Погружаясь в тему ИИ, она разработала принципы и практику использования этой технологии в Европе и по всему миру. «Это очень значимая работа, и поэтому благодарная, - считает она. - Просто замечательно иметь возможность сотрудничать с другими экспертами со всего мира для определения новых руководящих правил,

формирующих мир, в котором живут наши дети». Огромная скорость прогресса ИИ дает работе новое измерение: «Большие изменения приходится осуществлять в относительно ускоренном темпе». В настоящее время Меери Хаатая продвигает этические аспекты ИИ, в частности, в Институте инженеров по электронике и электротехнике (IEEE), независимой всемирной организации с 400 000 членами в более 60 странах, разрабатывающей стандарты для технологии. «Прежде всего, эта организация хочет продвигать технологию, ориентированную на человека и обслуживающую людей, - констатирует Меери. - Например, действующий стандарт WiFi разработан IEEE.» Она является также председателем этической рабочей группы финляндской программы ИИ. Помимо этого, она имеет свою компанию, Saidot.ai, разрабатывающую технологии, нацеленные на прозрачность экосистем, отчетность и соглашения в сфере ИИ. В мае 2018 вступил в силу Общий регламент ЕС по защите данных (GDPR). Данный регламент гарантирует каждому гражданину ЕС право проверять, какие данные накоплены о нём, и узнавать, каким образом эти данные могут быть использованы и кто имеет доступ к ним. Граждане имеют также право исправлять данные о себе или удалять их из реестра.

«GDPR – чрезвычайно значительный шаг в сторону ответственного использования данных, – объясняет Меери. – Он служит фундаментом для создания надлежащей общей этической практики». «В настоящее время искусственный интеллект разрабатывают большей частью с целью решения узких проблем или автоматизации конкретных процессов, но также важно рассмотреть влияние технологий в более широкой, долгосрочной перспективе, – подчеркивает Меери. – Как он будет влиять на нашу жизнь и наше общество?» Она отмечает, что нужны этические стандарты и сертификаты, например, о том, каким образом применять ИИ при подборе работников: «Когда искусственный интеллект оценивает, насколько хорошо человек подходит для вакансии, например, анализируя микровыражения лица соискателя, стоит подумать, не ведёт ли это к дискриминации, и как избежать этого». Она добавляет: «ЕС играет важную роль в качестве первопроходца. Но стандарты и сертификаты IEEE предназначены для всемирного применения».

Claned Group объединяет искусственный интеллект с финской образовательной системой и аналитикой данных, чтобы создать платформу онлайн-обучения, способную подстраиваться под индивидуальные требования пользователя.

Согласно Claned их технология помогает студентам сохранять высокую мотивацию. «Персонализированное обучение — это новый виток в развитии системы образования», — говорит основатель компании Claned Group Веса Перяля. «Все студенты по-разному подходят к процессу изучения чего-то, и то, что нравится одному, может не нравиться другому, — говорит Веса.— Стандартные платформы онлайн-обучения, созданные по принципу универсальности, как правило, имеют один недостаток: большой процент пользователей бросает обучение. Мы же добавили в свою платформу индивидуальные схемы обучения и социальное взаимодействие с другими учащимися. Это помогает нашим студентам сохранять высокую мотивацию, что очень важно в данном вопросе».

Само название компании Claned возникло из идеи деления учащихся по кланам в зависимости от их отношения к учебе, уровня навыков и предпочтений. «Шаг за шагом система машинного обучения анализирует поведение каждого студента в вопросах учебы и те решения, которые он принимает, — говорит Веса. — На основании накопленных данных формируются рекомендации по учебным материалам и альтернативным схемам обучения. В онлайн-журнале отображается ход выполнения (сколько материала осталось изучить) и предлагаются дальнейшие действия». Система анализирует и оценивает результаты обучения, и на основании этих данных преподаватель может следить за успехами каждого подопечного и при необходимости оказывать ему помощь. Мировой рынок образования быстро растет. Компания Claned Group, основанная в 2013 году, продает лицензии на свою платформу университетам, организациям и корпорациям из разных стран. Совместно с Национальным управлением образования Финляндии (EDUFI) компания проводит современную непрерывную программу XXI века по обучению для всех финских учителей и директоров школ.

Но Финляндия стремительно осваивает и другие технологии, например, запустив самый мощный ядерный реактор в Европе. 16 апреля 2023 года финский атомный энергоблок «Олкилуото-3», наконец, начал вырабатывать электричество на регулярной основе. Новый реактор закрывает 14% всего потребления электричества Финляндией и является самым мощным в Европе. Это реактор типа EPR-1600 (Европейский реактор под давлением), говоря в русской атомной терминологии — типовой водо-водяной реактор, но, при этом, отличающейся большой мощностью в 1,6 гигаватта. В мире есть только два более мощных — EPR 1750 на китайской АЭС Тайшань. В теории они должны быть однотипны с EPR 1750 (у них один разработчик и исходно проект был единым). Однако EPR 1750 строили в КНР, со значительным вкладом местных компаний. Внесенные по пожеланиям клиента изменения позволили первому такому реактору в Китае, начатому постройкой в 2008 году, вступить в строй в 2018 году, всего через 10 лет. Следует отметить, что в 2022 году однотипный реактор в Китае был остановлен по причине повреждения нескольких ТВЭЛ — трубок с таблетками ядерного топлива. По неподтвержденным данным неофициального характера, ТВЭЛ разгерметизировались потому, что обтекание части из них охлаждающей водой под давлением было рассчитано не лучшим образом, отчего слишком большой напор сильно гнул трубки. Насколько эта проблема учтена в финском собрате китайского реактора — неизвестно. Финскую энергосистему можно поздравить с выдающимся успехом. Во-первых, Финляндия строила реактор по европейским меркам крайне оперативно. Аналогичный EPR 1600 во Франции («Фламанвиль») все еще не достроен, и пока трудно даже точно сказать, когда это случится. Во-вторых, Финляндия, которая до СВО импортировала до 10% своего электричества из России, с новой АЭС больше не рискует блэкаутами. Это важно, поскольку после требования российской стороны об оплате российского электричества рублями финны заявили, что больше его покупать не будут.

Успехи финнов особенно выделяются на фоне того, что 15 апреля 2023 года Германия закрыла три своих последних АЭС — «Изар 2», «Эмсланд» и «Неккарвестхайм 2», — которые в прошлом году выработали 6% всего электричества в этой стране. Это произошло вопреки позиции двух третей граждан Германии,

выступавших за продолжение работы этих АЭС. Решение было принято из-за позиции зеленой части местного политического спектра. Легко видеть, что по меркам Европы атомная энергетика в Финляндии находится в отличной форме. В то же время, у нее есть и небольшие проблемы. Дело в том, что до недавнего времени финны предполагали и строительство АЭС от Росатома, намного более дешевой на единицу мощности. «Олкилуото-3» стоит 11 миллиардов евро — 6875 евро за киловатт мощности. Реактор ВВЭР-1200 для Курской АЭС стоит 183 тысячи рублей за киловатт, то есть втрое+ меньше. Даже для турецкой АЭС «Аккую», где Росатом планирует строить дороже (из-за подключения местных подрядчиков к строительству), цена за киловатт мощности в полтора раза ниже, чем у «Олкилуото-3». Кроме того, Росатом в норме строит свои экспортные реакторы за пять-шесть лет, то есть кратно быстрее, чем его западные конкуренты в XXI веке.

Финская компания Oceanvolt разработала привод ServoProp для электрических парусных лодок с функцией регенерации, который эффективно заряжает электрические батареи во время движения. В обычном режиме двигатель может непрерывно выдавать 25 кВт, что аналогично производительности двигателя внутреннего сгорания мощностью 100 л. с. Переключаясь с движения на регенерацию одним нажатием кнопки, ServoProp генерирует 5 кВт на скорости около 18 км/ч. Преимущество электрических двигателей на парусных лодках в том, что они предлагают гидрорегенерацию — уникальную функцию, которая позволяет перезарядить батареи электрического парусника. При плавании под действием ветра электродвигатель фактически толкается назад водой, движущейся по гребному винту. Это превращает двигатель в генератор, который отправляет энергию обратно в батареи для последующего использования. Oceanvolt известен как лидер в области гидрорегенерирующих двигателей. В двигателях компании используются гребные винты с лопастями переменного шага, что, в сочетании со способностью двигателя вращаться на 360 градусов, создает условия как для движения, так и для гидрорегенерации. Новый продукт компании, двигатель HighPower ServoProp — самая мощная модель в своей линейке, способная регенерировать 5 кВт мощности при движении со скоростью около 10 узлов или 18 км/ч.

Будущие обновления программного обеспечения улучшат производительность парусного привода, поэтому работать он будет еще мощнее и эффективнее. ServoProp, управляемый из кабины, может переключаться с регенерации на движение нажатием кнопки. Показания для оператора включают текущий режим работы парусного привода, генерируемую мощность, число оборотов в минуту и время, оставшееся до перезарядки 48-вольтовых батарей. Вернувшись в двигательный режим, ServoProp непрерывно выдает 25 кВт, хотя его пиковая номинальная мощность составляет 30 кВт в течение 15 минут. Как это обычно бывает с электрическими лодочными моторами, их меньшая мощность эквивалентна более мощному двигателю внутреннего сгорания. В Oceanvolt говорят, что номинальная мощность 25 кВт аналогична по производительности приводу ДВС мощностью 75 кВт или 100 л. с. ServoProp имеет мгновенный крутящий момент и силу тяги в 5000 ньютонов. Помимо очевидных преимуществ по сравнению с ДВС, включающих тихую работу и отсутствие вредных выбросов, вся система оснащена цифровым управлением. Система водяного охлаждения, контроллер двигателя и контроллер винта встроены в устройство. Привод весом 190 кг подойдет в качестве

силового двигателя для лодок длиной до 21 метра и весом до 25 метрических тонн. Его также можно использовать как гидрорегенератор отдельно на лодках значительно большего размера. Ожидается, что его серийные поставки начнутся к концу этого года.

Финская компания 18 Wheels разрабатывает прототип необычного электрического вездехода с 18 колесами. Внешне он напоминает снегоход и оснащен 18 колесами небольшого диаметра. Каждое колесо имеет собственный электромотор и индивидуальную независимую подвеску. Вездеход сможет преодолевать препятствия высотой 20 сантиметров и более не снижая скорости. Сейчас компания занимается проектированием и подготовкой к сборке предсерийного прототипа, который будет иметь новый дизайн, полноценный корпус и переработанную версию подвески. В 2022 году был построен первый прототип, предназначенный для тестирования технологии 18-колесной подвески. Его испытания на грунтах разного типа проходили в течение шести месяцев. В представленном на YouTube-канале компании видео можно видеть, как вездеход передвигается по каменистому пляжу, переезжает через ствол поваленного дерева, камни, а также заезжает в воду. В мае 2023 года компания завершила работу над математической моделью переработанной версии подвески. В ней изогнутые металлические пластины, которые играли роль подвески на первом прототипе, будут заменены на рычаги с индивидуальными амортизаторами. Управление вездеходом будет происходить за счет поворота всех рычагов вместе с колесами с обеих сторон.

Группа инженеров под руководством Международного института прикладного системного анализа при участии Epari Ritech Patro (University of Oulu, Finland) разработала технологию «подземного гравитационного хранилища энергии». С помощью этого метода можно превратить заброшенные шахты в гигантский аккумулятор с длительным сроком службы. Технология использует гравитацию Земли для длительного хранения энергии. В случае, когда в сети наблюдается избыток энергии, специальные механизмы используют ее, чтобы поднимать песок со дна шахты в хранилище на ее вершине. При недостатке энергии — «аккумулятор» будет разряжаться, раскручивая генератор во время спуска песка на дно. Исследователи отмечают, что традиционные аккумуляторные батареи могут сохранять энергию, но относительно быстро разряжаются. Поскольку в «Подземном гравитационном хранилище энергии» в качестве среды для хранения энергии выступает песок, скорость саморазряда системы равна нулю. Это обеспечивает неограниченно долгое время хранения энергии. При этом чем глубже и шире шахта, тем больше энергии можно извлечь из установки, а чем крупнее шахта, тем выше ее энергоемкость. Авторы говорят, что по всему миру существует более миллиона горнодобывающих предприятий, которые полностью выработали руду и шахты которых уже не используются по прямому назначению. Больше всего по оценке исследователей от внедрения новой технологии могут выиграть Китай, Индия, Россия и США, в которых сосредоточено больше всего шахт. Исследователи оценивают общий потенциал всех заброшенных шахт от 7 до 70 ТВтч. При этом инвестиционные затраты, по оценке составляют \$1–10 на кВтч, а на мощность — около \$2 на кВтч.

Достижения Финляндии базируются на работах учёных университетов: финские ученые смогли опровергнуть ставшую расхожей фразу из фантастического фильма «Чужой»: «В космосе никто не услышит твоих криков». Физики наглядно

продемонстрировали, что в определенных ситуациях звуки могут передаваться через безвоздушное пространство. Главное, чтобы материалы, разделенные вакуумом, были пьезоэлектрическими. В пьезоэлектрических материалах вибрации звуковых волн генерируют электрический отклик, а поскольку электрическое поле может существовать в вакууме, оно в состоянии и переносить их через безвоздушное пространство. Необходимо лишь, чтобы его ширина не превышала длину звуковой волны. Такой эффект наблюдается не только в диапазоне звуковых частот (Гц — кГц), но и в ультразвуковом и гиперзвуковом диапазонах. Главное, чтобы вакуумный промежуток становился все меньше по мере увеличения частот. «В большинстве случаев этот эффект слабый, но мы также обнаружили ситуации, при которых вся энергия волны перепрыгивает через вакуум со 100-процентной эффективностью, без каких-либо отражений», — сказал профессор Иллари Маасилта из Университета Йювяскюля. Таким образом, этот феномен может найти применение в микроэлектромеханических системах (МЭМС), которые используются в современных гироскопах, акселерометрах и прочих датчиках.

Ученые разработали простой способ сборки нужных вирусов на основе шаблонов ДНК-оригами. Генетики из Университета Гриффита и Университетов Аалто и Хельсинки разработали способ управления точной и контролируемой сборкой вирусных капсидов — внутренних белковых оболочек вирусов. Результаты работы можно использовать для создания новых вакцин и способов точечной доставки лекарств для лечения различных заболеваний. Ученые используют в качестве основы технологию ДНК-оригами — метод сборки из ДНК структур различной формы. Правильно запрограммированная основа из двойной цепочки нуклеотидов служит основой для сборки белковой оболочки вирусов. «Это похоже на заворачивание подарка — вирусные белки откладываются поверх другой формы, которая определяется ДНК-оригами», — объясняет Фрэнк Сейнсбери, соавтор исследования. Большинство известных вирусов защищают свой геном, инкапсулируя его внутри белкового капсида. Такие внутренние оболочки могут иметь различную геометрию, сформированную в процессе эволюции для проникновения в различные типы клеток и тканей.

Исследование открывает возможности для создания новых видов лекарств, считают генетики. С помощью этого метода можно разрабатывать и модифицировать вирусоподобные частицы для различных целей. Например, они обнаружили, что один из вирусов, обнаруженных у мышей, способен переносить белковые грузы через негостеприимную среду в определенный субклеточный компартмент в клетках человека. Учитывая огромное существующее пространство для разработки вирусов, которые можно использовать в качестве носителей, нам еще многое предстоит узнать из их изучения. Мы продолжим раздвигать границы того, как могут собираться вирусоподобные частицы, и чему можно научиться, используя их в качестве переносчиков лекарств, вакцин и сосудов для биохимических реакций, — Фрэнк Сейнсбери, соавтор исследования. Генетики продолжают работу, чтобы найти и воссоздать различные формы защитных оболочек вируса, которые могут найти применение в медицине.

Ученые из Финляндии решили использовать альтернативный подход для борьбы с супербактериями: вместо прямого нацеливания они заблокировали факторы, участвующие в воспалительном процессе. В результате бактерии быстро

становились уязвимыми и не формировали резистентность. Такой подход может стать универсальной стратегией борьбы с различными устойчивыми бактериями. Особое внимание ученых к резистентности бактерий объясняется непрерывно растущей смертностью. По последним данным, около 1,3 млн смертей в год напрямую связаны с этой проблемой, а к 2050 году показатель может вырасти до 10 млн. В поисках решения ученые из Университета Аалто стали изучать возможности нацеливания на так называемые факторы вирулентности — молекулы, которые участвуют в запуске воспалительного процесса, а также используются бактериями для поддержания жизненно важных процессов. В результате исследователи нашли молекулу, которая могла взаимодействовать с факторами вирулентности, но не влияла на рост бактерий.

Такое лечение обезоруживает патоген, но не убивает или останавливает его рост, что значительно снижает риски развития резистентности, объясняют авторы. При тестировании препарата-кандидата против бактерий *Pseudomonas aeruginosa* и *Acinetobacter baumannii* выяснилось, что он изолирует выделяемые патогенами токсины, а также нарушает их способность к коммуникации, что уменьшает образование защитных биопленок. Дальнейшие эксперименты показали, что комбинация препарата и существующих антибиотиков оказывает важный терапевтический эффект. Во-первых, позволяет снижать дозировки лекарств. Во-вторых, терапия предупреждает развитие резистентности даже при длительном приеме. «Взаимодействуя с внешней мембраной бактерий, препарат делает ее более проницаемой для антибиотиков», — объясняет соавтор работы Екатерина Осмехина. Впереди длительный этап доклинических экспериментов, однако ученые надеются, что в перспективе их открытие сможет разорвать порочный круг создания новых препаратов и развития резистентности к ним.

Создав лекарство на основе части спайкового белка SARS-CoV-2, исследователи могут блокировать проникновение вируса в клетки. Вирус, вызывающий COVID-19 — SARS-CoV-2, — использует свой шиповидный белок, чтобы прикрепляться к нашим клеткам и заражать их: часть его шиповидного белка закручивает внешнюю мембрану клетки-хозяина, тем самым сливая клетку с вирусом. Исследователи из Стэнфордского университета, Калифорнийского университета в Беркли, Гарвардской медицинской школы и Университета Финляндии создали молекулу, основанную на спиральной части шиповидного белка (HR2), которая прикрепляется к вирусу и предотвращает скручивание шиповидного белка. Результаты исследования показывают, что он предотвращает заражение клеток даже новыми вариантами SARS-CoV-2. «В вирусе есть две части шиповидного белка, которые собираются вместе, образуя этот пучок. Поэтому мы просто взяли короткий кусочек одной части этого пучка и, синтезировав этот кусочек химически, смогли встроиться в шиповидный белок и предотвратить заражение клеток вирусом», — объясняют авторы работы. Ученые надеются, что их молекула, которую они назвали ингибитором longHR2_42, станет ведущим соединением для разработки нового типа противовирусного лекарства, которое будет эффективно работать и против новых штаммов. В настоящее время команда тестирует ингибитор longHR2_42 на мышах, инфицированных SARS-CoV-2. В планах доставлять лекарство людям с помощью ингалятора, чтобы он попадал в дыхательные пути.

Исследователи из Финляндии обучили искусственный интеллект различать самые ранние проявления изнуряющей болезни- остеоартрита. Это под силу и опытным врачам, однако применение автоматизированной системы во время скринингов позволит значительно увеличить вероятность ранней постановки диагноза у большего количества людей и серьезно снизит затраты на здравоохранение. Ранняя диагностика остеоартрита может избавить пациента от ненужных дополнительных обследований, лечения и даже операции, поэтому применение искусственного интеллекта для этой цели особенно актуально. Ученые из Университета Йюваскюля стремились разработать ИИ, который мог бы точно выявлять признаки болезни по наиболее распространенному методу диагностики первой ступени — рентгену. Для обучения алгоритма использовали около 1000 рентгеновских снимков, после чего результат сравнили с заключением врача. На данном этапе ИИ мог выявлять остеоартрит на ранней стадии в 87% случаев, что является многообещающим результатом для будущей диагностики пациентов с первичными жалобами. В частности, ИИ выявляет шипы на большеберцовой кости, которые могут быть ранним маркером болезни. Опытные врачи также могут идентифицировать эти изменения, однако такой подход требует наличия необходимой квалификации и времени на тщательное обследования. Определение диагноза на самом раннем этапе позволит избежать дорогостоящих дополнительных обследований, а также вовремя принять меры для замедления прогрессирования болезни. «При наилучшем сценарии для пациента это снизит вероятность проведения операции по замене коленного сустава в будущем», — заключили ученые.

Исследователи Финляндии разработали логические вентили на основе света, которые работают в миллион раз быстрее традиционных технологий. Ученые из университета Аалто разработали оптические логические вентили на основе света. Хиральные элементы, созданные учеными, работают почти в миллион раз быстрее традиционных компьютеров, обеспечивая сверхскоростную обработку данных. Логические вентили — это базовые элементы цифровой схемы. Каждый такой элемент выполняет одну логическую операцию. Традиционно они представляют собой электронные схемы, которые работают за счет движения соответствующих частиц. В работе, опубликованной в журнале *Science Advances*, ученые из финского университета использовали кристаллические материалы, чтобы построить логические элементы, работающие на основе света. Новый подход, предложенные исследователями, использует в качестве альтернативы электронам свет. Кристаллические материалы чувствительны к направленности светового луча с круговой поляризацией. Иными словами, свет, излучаемый кристаллом, зависит от направленности входных лучей. Используя эту особенность кристаллов, исследователи создали вентиль XNOR. Это логический элемент, который служит дополнением вентиля «исключающее ИЛИ». Все остальные логические вентили можно создать при помощи световых фильтров или иных оптических компонентов, говорят авторы разработки. В серии экспериментов физики показали, что одно оптическое устройство на основе таких кристаллов может содержать все логические элементы, которые могут работать последовательно или параллельно. При этом существующие электронные вентили могут работать только в последовательном режиме. Одновременные параллельные логические элементы могут использоваться

для построения сложных многофункциональных логических схем, говорят авторы работы. Кроме того, новый подход значительно ускоряет процесс вычисления. По оценкам ученых оптические логические вентили работают примерно в миллион раз быстрее традиционных аналогов. Исследователи полагают, что оптические технологии, основанные на хиральности (закрученности) света могут стать основой для следующего поколения компьютеров.

Президент Финляндии Саули Ниинистё выступил во вторник на традиционном мероприятии "Дни послов", в котором участвуют государственное руководство Финляндии и финских дипломатических миссий в других странах. Глава государства считает, что в России из Финляндии создается образ врага. "Причины и следствия перевернуты с ног на голову. Агрессор превращается в жертву. Угроза и опасность [якобы исходят] со стороны Финляндии и Запада", - рассказал Ниинистё. Он полагает, что создание образа врага направлено на внутреннюю российскую аудиторию. По его мнению, власти РФ хотят, чтобы у россиян не создалось представления, что Финляндия и Швеция присоединились к НАТО в результате действий России. Он полагает, что в будущем необходимо готовиться к "различного рода пакостям". Ниинисте отметил, что попытки гибридного влияния и кибератаки стали обычным делом. Президента также спросили о том, ожидаются ли попытки России оказать влияние на грядущие президентские выборы в Финляндии. "Я бы не сказал, что Россия попытается повлиять на наши выборы. У россиян могут возникнуть трудности с поиском фаворита", - считает Ниинистё. Он подчеркнул, что нельзя поддаваться на провокации со стороны России. Президент также коснулся темы Украины. По его словам, необходимо посмотреть, как будет продвигаться передача истребителей Украине со стороны Дании и Нидерландов. Он напомнил, что подготовка летчиков требует времени. По поводу передачи истребителей Hornet Ниинистё сослался на премьера Петтери Орпо (Коалиционная партия), заявив, что вопрос закрыт. В заключительной части своего выступления Ниинистё призвал к экстренным действиям по борьбе с изменением климата. "Изменение климата нельзя победить речами, чрезвычайная ситуация уже наступает", - заявил Ниинистё.

Финляндия является одной из стран Европейского союза, которая имеет прекрасно развитую систему обороны и крепкую армию. В 2023 году страна ожидает некоторые изменения в сфере обороны и укрепления границ. Одна из главных проблем, с которыми столкнулась армия Финляндии в последнее время, связана с возрастающей угрозой со стороны России. Поэтому, в ближайшие годы страна планирует увеличивать свои военные бюджеты и укреплять свои границы с Российской Федерацией. Однако, Финляндия остается приверженцем мирных соглашений и не планирует участвовать в конфликтах или продолжать гонку вооружений. Она считает, что наиболее эффективным способом защиты своих границ является увеличение численности и обученности своих военных подразделений. В ближайшие годы армия Финляндии будет идти в ногу с развитием технологий и внедрением новейших технологических разработок для улучшения своей эффективности и защиты границ. Кроме того, Финляндия планирует закупать новое оборудование и продолжать модернизацию своих военных команд. Таким образом, армия Финляндии ожидает больших перемещений в ближайшие годы, продолжая укреплять свою оборону и готовность к действию в экстренных ситуациях.

с учетом изменений в мировой политической ситуации и растущих угроз со стороны некоторых стран.

Финские вузы, исследовательские организации и технологические компании успешно сотрудничают между собой для придания дополнительного импульса научно-техническому прогрессу в стране. Масштабный проект LuxTurrim5G, главной целью которого является создание устойчивых умных городов с применением технологий 5G, достиг важной вехи: полностью завершен этап исследований и разработок. LuxTurrim5G – это инновационная экосистема, созданная по инициативе коммуникационного гиганта Nokia. В экосистему входят 26 организаций-партнеров, включая Business Finland, Главным элементом разработанных партнерами решений являются умные фонарные столбы, оборудованные базовыми станциями 5G, которые обеспечивают быстрое, надежное и безопасное соединение. При этом необходимые видеокамеры, радары и сенсоры могут быть легко интегрированы в решение, создавая большие массивы данных, которые поступают на специальную платформу для анализа и обработки. Все это является цифровым «каркасом» для обеспечения разнообразных услуг на основе данных: от навигации и автономного вождения до анализа качества воздуха и общественной безопасности. Созданная инфраструктура позволяет городам использовать данные в соответствии с потребностями и запросами. Разработанные партнерами LuxTurrim5G фонарные смарт-столбы уже были протестированы на территории кампуса Nokia в финском городе Эспоо, а также были представлены в Дубае в рамках всемирной выставки Dubai Expo. В ближайшем будущем LuxTurrim5G планирует расширить апробацию созданных интеллектуальных решений в реальных городских условиях и приступить к их коммерциализации по всему миру.

МЯТІЯ з сдфмкнвз з КЯсз мрїни Цл дпз їв б 2022-2023 внг Яф

Латинская Америка традиционно была в тени современной науки, но сегодня она постепенно выходит на передовые позиции. Так как в Латинской Америке наука сосредоточена в Университетах следует нам начать с анализом их достижений в 2022-23 годах. (см. таблицу ниже).

ranking	World Rank ▲	University	Det.	Country	Impact Rank*	Openness Rank*	Excellence Rank*
1	69	Universidade de São Paulo USP			126	64	63
2	117	Universidad Nacional Autónoma de México			60	172	305
3	237	Universidade Estadual de Campinas UNICAMP			307	175	263
4	267	Universidade Federal de Minas Gerais UFMG			171	263	458
5	282	Universidade Federal do Rio de Janeiro			249	273	403
6	312	Universidad de Chile			301	345	415
7	346	Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho			561	252	326
8	367	Universidad de Buenos Aires			269	421	556
9	423	Universidade Federal de Santa Catarina UFSC			391	389	607
10	439	Pontificia Universidad Católica de Chile			679	637	426
11	554	Universidad Nacional de La Plata			522	248	898
12	566	Universidade Federal do Paraná			580	520	792
13	581	Tecnológico de Monterrey			647	691	728
14	587	Universidade de Brasília UNB			690	461	782
15	605	Universidade Federal Fluminense			645	583	825
16	624	Universidad de los Andes Colombia			499	716	944
17	658	Universidad de Concepción			607	746	923
18	670	Universidade Federal de São Carlos			897	488	828
19	682	Universidade Federal de Pernambuco			922	599	834
20	716	Universidade do Estado do Rio de Janeiro UERJ			866	678	920

Список российских университетов возглавил МГУ имени М.В.Ломоносова –163-я позиция, МФТИ – группа 201 – 250, СПбГУ Петра Великого – группа 301 – 350, НИУ ВШЭ и НИЯУ МИФИ – оба в группе 401 – 500. МГУ имени М.В.Ломоносова уступает по рейтингу двум -университетам Латинской Америки. В группу до 500 вместе с 4 университетами России входят 8 университетов Латинской Америки. За последние годы уровень научных исследований в целом превосходит аналогичный уровень России, что вызывает беспокойство.

Развитие научно-технического сотрудничества между современной Россией и большинством стран Латинской Америки, как пишет проф. М. Школяр (ИЛА РАН) основывается на сформированной в последние десятилетия договорно-правовой базе. Россия заключила межправительственные соглашения о научно-техническом сотрудничестве с Мексикой 20 мая 1996 г., с Бразилией — 21 ноября 1997 г., с Аргентиной — 25 ноября 1997 г. г. Использование атомной энергии в мирных целях, в

том числе в интересах науки, является одной из приоритетных сфер научно-технического сотрудничества России со странами ЛА. В 2017 г. был подписан Меморандум о взаимопонимании между компаниями ГК «Росатом» и «Eletronuclear» о продвижении российских атомных технологий на территории Бразилии, а также контракт на поставку в эту страну широкой линейки изотопной продукции между АО «Изотоп» (ГК «Росатом») и Институтом энергетических и ядерных исследований (IPEN).

Благодаря межправительственному соглашению, ратифицированному правительством Мексики в июле 2015 г., указанная сфера получила серьезный импульс для дальнейшего взаимовыгодного российско-мексиканского сотрудничества. В частности, были налажены контакты между ГК «Росатом» с представителями Министерства энергетики Мексики, Федеральной комиссии по электричеству Мексики (CFE), Национального института ядерных исследований (ININ). В октябре 2019 г. был подписан Меморандум о взаимопонимании между Объединенным институтом ядерных исследований (ОИЯИ, Россия, г. Дубна) и Национальным советом по науке и технологиям Мексики (CONACYT), Национальным автономным университетом Мексики (UNAM) и рядом других мексиканских университетов. Этот документ заложил правовую основу для установления и развития долгосрочных отношений между российскими и мексиканскими научными учреждениями с целью проведения совместных исследований в области фундаментальной физики.

Росатом приступил к сооружению здания исследовательского реактора в Боливии. Это ключевой элемент Центра ядерных исследований и технологий (ЦЯИТ). Центр расположен на высоте 4000 метров над уровнем моря и является самым высотным атомным объектом в мире. Это первый крупный проект Росатома в Латинской Америке.

Госкорпорация «Росатом» продолжала реализацию проекта, несмотря на пандемию и все связанные с ней ограничения, благодаря чему удалось сохранить темпы сооружения ЦЯИТ. Центр уникален для атомной отрасли: он расположен на высоте 4000 метров над уровнем моря и является самым высотным атомным объектом в мире. Его строительство внесет огромный вклад в развитие науки, медицины, сельского хозяйства и образования в Боливии, а также позволит создать более 500 высококвалифицированных рабочих мест для жителей Эль-Альто и Ла-Паса.

Несмотря на существование примеров успешного сотрудничества России с рядом латиноамериканских государств в области науки и техники, общая картина взаимодействия в этой сфере выглядит довольно скромно. Можно привести ряд причин, сдерживающих экспорт российских научных и технических решений в латиноамериканские страны, однако основной представляется общая ограниченность национальной инновационной системы и наличие у России конкурентных преимуществ лишь на отдельных рынках.

Переходим к рассмотрению конкретных результатов работ латиноамериканских стран. Ученые из Государственного университета Понта-Гросса в Бразилии и Университета Луизианы в США совместно исследовали влияние плавающих солнечных батарей на скорость испарения воды в водоемах. В качестве примера они использовали солнечную систему мощностью 130 кВт на

водохранилище Пассауна в бразильском штате Парана. Водоохранилище занимает площадь 8,5 кв. км и имеет среднюю глубину 6,5 м. Его общий объем составляет 69,3 куб. гектометра. Система электростанции занимает площадь 1 265,14 кв. м и состоит из 395 фотоэлектрических модулей. Поликристаллические модули имеют максимальную номинальную мощность 330 Вт и размеры 1 960 мм x 991 мм x 40 мм. Водоохранилище граничит с городами Куритиба, Араукария и Кампо-Ларго и обеспечивает 20% воды, потребляемой населением столичного региона Куритиба, Парана. Исследователи использовали метод Пенмама-Монтейта, рекомендованный Продовольственной и сельскохозяйственной организацией Объединенных Наций, для измерения скорости испарения воды.

Они обнаружили, что 4,47 млн куб. м воды испарялось из водохранилища в течение года, что эквивалентно 10,4% объема воды, ежегодно потребляемого местным населением. Команда подсчитала, что плавучая солнечная система уменьшила испарение воды с эффективностью 60,20%. Они также изучили влияние различных размеров фотоэлектрических систем на скорость испарения воды. «Чем больше площадь плавучей солнечной системы на поверхности воды, тем больше сокращение испарения воды и, следовательно, тем больше объем сэкономленной воды», — говорят исследователи. Результаты показывают, что система мощностью 5 МВт может экономить около 16 000 куб. м воды в год, что эквивалентно потреблению воды 196 жителями региона в год. Электричество, производимое системой, также могло бы покрыть потребление 2 563 жителей штата Парана, если предположить, что потребление на душу населения составляет 1,95 кВт*ч

Бразильские ученые разработали портативный датчик из простых материалов, способный обнаружить тяжелые металлы в каплях пота, которые легко взять как образец для анализа. Тяжелые металлы, такие как свинец и кадмий, встречаются в батареях, косметике, продуктах питания и других вещах, которые мы используем в повседневном быту. Они токсичны, когда накапливаются в организме человека, потенциально вызывая ряд проблем со здоровьем. У людей тяжелые металлы выводятся в основном с потом и мочой, и анализ этих биологических жидкостей является ключевой частью токсикологических тестов, а также лечения. Чтобы обнаружить тяжелые металлы в жидкостях организма, требуется дорогостоящее оборудование и контролируемая лабораторная среда. Исследователи из Университета Сан-Паулу в Бразилии разработали небольшую и недорогую альтернативу. Их гибкий медный датчик изготовлен из простых материалов: токопроводящей медной клейкой ленты, листа прозрачной пленки, бумажной этикетки, лака для ногтей (в качестве защитного слоя), раствора для изготовления схем и ацетона. Устройство подключено к портативному прибору, который определяет концентрацию каждого металла, измеряя разность потенциалов и токов между электродами. Результат отображается на компьютере или смартфоне с помощью специального программного обеспечения. Датчик может измерять уровень тяжелых металлов не только в организме человека, но и, например, в артезианских скважинах – для анализа качества воды.

Исследователи Federal University of Rio de Janeiro совместно с учёными Польши, Австрии, Китая и Саудовской Аравии разработали метод хранения энергии с помощью транспортировки песка в заброшенные подземные шахты. Группа инженеров под руководством Международного института прикладного системного

анализа (IIASA) создала технологию «подземного гравитационного хранилища энергии». С помощью этого метода можно превратить заброшенные шахты в гигантский аккумулятор с длительным сроком службы. Технология использует гравитацию Земли для длительного хранения энергии. В случае, когда в сети наблюдается избыток энергии, специальные механизмы используют ее, чтобы поднимать песок со дна шахты в хранилище на ее вершине. При недостатке энергии — «аккумулятор» будет разряжаться, раскручивая генератор во время спуска песка на дно. Исследователи отмечают, что традиционные аккумуляторные батареи могут сохранять энергию, но относительно быстро разряжаются. Поскольку в «Подземном гравитационном хранилище энергии» в качестве среды для хранения энергии выступает песок, скорость саморазряда системы равна нулю. Это обеспечивает неограниченно долгое время хранения энергии. При этом чем глубже и шире шахта, тем больше энергии можно извлечь из установки, а чем крупнее шахта, тем выше ее энергоемкость.

Новые концепции самолетов — часть инициативы компании Embraer по безуглеродной авиационной отрасли к 2050 году. «Хайтек» ознакомился с презентацией. На этой неделе бразильская аэрокосмическая компания Embraer продемонстрировала новые концепции самолетов, которые помогут сократить выбросы углерода. Оснащенные технологиями будущего, они адаптируют авиационную отрасль к «нулю-2050», пояснили в пресс-службе компании. Речь идет о плане по достижению углеродной нейтральности к 2050 году. Ранее Embraer подробно изучила четыре новых концепции самолетов, оснащенных передовыми технологиями и возобновляемыми источниками энергии. Теперь компания сосредоточилась на двух концепциях. Одна из них называется Energia Hybrid, есть две модели — на 19 и 30 мест. Самолет оснащен параллельной гибридно-электрической силовой установкой. Технологии для этой концепции будут готовы к 2035 году. Вторая концепция — топливный элемент Energia H2 рассчитан на 30 мест. Модель будет использовать водородную электрическую силовую установку и электрические двигатели, установленные сзади. Технологии для самолета будут готовы к 2035 году.

Иммунотерапия рака показала эффективность против тяжелых форм COVID-19. Лечение восстанавливает функциональность Т-клеток, останавливая прогрессирование тяжелых осложнений. Ученые отметили эффективность только в отношении наиболее тяжелого течения инфекции, поэтому теперь подход рассматривается исключительно для пациентов в отделениях интенсивной терапии. В иммунной системе человека есть так называемые контролеры, которые в определенный момент сообщают лимфоцитам перестать реагировать на патоген, например, инфекцию, чтобы предупредить их гиперактивность. Между тем на фоне рака, сепсиса и тяжелых форм COVID-19 Т-лимфоциты перестают функционировать слишком рано, поэтому блокировка этих контролеров необходима. Блокировка иммунных контрольных точек PD-1 активно используется в лечении рака и теперь ученые из Бразилии и Уругвая демонстрируют ее потенциал в отношении тяжелых форм COVID-19. Сначала они проводили эксперименты на моделях мышей и установили, что введение ингибитора PD-1, препарата атезолизумаба, восстанавливает функциональность Т-клеток. Затем эффект лечения протестировали на образцах клеток здоровых людей и пациентов с COVID-19 из отделений интенсивной терапии. Оказалось, что только при тяжелой форме COVID-19

наблюдался положительный эффект от атезолизумаба. «Это связано с гиперактивацией инфламмасом, приводящей к истощению и дисфункции приобретенного иммунитета у этих пациентов», — объясняют авторы. Иммуноterapia относится к очень дорогостоящим методам лечения, однако авторы считают, что в случае подтверждения эффективности, такой подход оправдан — только пациенты в очень тяжелой форме COVID-19 получают пользу, а на данном этапе пандемии их мало.

Бразильская компания Solinftec представила нового робота, упрощающего работу фермеров на полях. Модель Solix Sprayer самостоятельно ищет и уничтожает сорняки. Робот патрулирует поля, находит вредителей и обрабатывает их химикатами. Испытания Solix Sprayer показали, что за один день он способен проверить около 40 гектаров земли, сократив при этом средний уровень расходуемых гербицидов на 70%. Робот Solix Sprayer — это логическое продолжение предыдущей версии этой машины, Solinftec Solix Scout, которая предназначалась для осмотра и анализа посевов. Робот искал проблемные участки, регистрировал их в облачной базе данных и сообщал о них фермерам, чтобы те могли решать проблемы в день их возникновения. С Solix Sprayer разработчик пошел дальше — в дополнение к осмотру и анализу компания автоматизировала обслуживание полей. Как и Solix Scout, новый робот питается от четырех солнечных панелей и поставляется с набором различных датчиков. Используя камеры, радары и GPS, алгоритмы Sprayer анализируют растения на предмет отклонений — ИИ сравнивает собственные данные об эталонных посевах с тем, что видит на поле. Если робот замечает, что у растения есть признаки болезни, он обрабатывает его, отмечает на цифровой карте и едет дальше. По заявлениям Solinftec, автономная платформа сканирует буквально каждое растение. В компании также отметили, что один робот-распылитель обрабатывает до 40,5 гектаров угодий в день, в зависимости от формы поля и рельефа. При этом в теплое и солнечное время года робот может работать круглосуточно — если ему хватит энергии, аккумулируемой солнечными панелями. Дополнительный бонус — Sprayer передвигается на тонких шасси и заметно легче тракторов, поэтому он практически не уплотняет почву. Сейчас робот оптимизирован для работы с зерновыми культурами — с пшеницей, соей и кукурузой, но в будущем Solinftec обещает расширить список поддерживаемых растений. Компания уже договорилась о серийном производстве Sprayer с американской компанией McKinney Corporation. Вместе партнеры организуют сборку первых роботов до конца этого года.

Небольшое государство Коста Рика с пятью миллионами жителей 300 дней продержалось только на электроэнергии, получаемой из возобновляемых источников. Больше всего электричества страна получает от гидроэнергетики. На неё приходится почти 78 процентов всей электроэнергии. Далее идёт ветряная энергетика — на её долю приходится около 10 процентов. Столько же приносят геотермальные источники. Полностью страна от ископаемых видов топлива точно пока не откажется, ведь оставшиеся дни в году она именно их и использует. Кроме того, транспорт ведь тоже никуда не делся — машины ездят на дизельном топливе и бензине, а для приготовления пищи и обогрева домов часто используется газ. Впрочем, с развитием рынка электромобилей уже начали появляться бюджетные модели, доступные для каждого. Да и обогрев с приготовлением пищи можно со

временем перевести на электричество. Глава отдела возобновляемой энергетики Коста-Рики уверен, что никаких компромиссов в этом деле быть не может, поэтому страна продолжит экспериментировать и добиваться полного отказа от ископаемых видов топлива.

Новый препарат Heberferon разработан специалистами Центра генетической инженерии и биотехнологий, который находится в Гаване. Сообщается, что исследования и клинические испытания длились в течение 20 лет. Один из разработчиков – биолог Иральдо Бельо – заявил, что лекарственное средство является «уникальным составом»: в нем интерферон альфа сочетается с интерфероном гамма. Их производят в Центре генетической инженерии и биотехнологий при помощи генной инженерии. Heberferon вводится больным посредством инъекций. Его применение ведет к уменьшению всех кожных опухолей: исключением на данный момент является меланома. Эффективность нового препарата позволяет в ряде случаев избежать хирургического вмешательства. Сейчас проводятся исследования, направленные на оценку эффективности Heberferon-а в случае с другими видами онкозаболеваний. Рак кожи – обобщенное название злокачественных эпителиом кожи. Существует несколько видов этого заболевания: базалиома, сквамозно-клеточная карцинома и меланома. Для их лечения чаще всего применяют хирургический метод. При этом наилучшие результаты по статистике дает лучевая терапия. Сейчас кубинские специалисты произвели около 10 тыс. ампул нового препарата. Предполагается, что в обозримом будущем Heberferon войдет в число основных лекарственных средств, производимых на Острове свободы. Отметим, что Центр генетической инженерии и биотехнологий также производит вакцину Сітавах EGF: она используется против рака легких, применяясь в комплексе с другими методами, например радиотерапией и химиотерапией. Сітавах EGF позволяет улучшить качество жизни человека на поздних стадиях развития заболевания. Недавно, напомним, израильские исследователи из Тель-Авивского университета явили миру новый способ диагностики метастатической меланомы, которая считается самой агрессивной среди всех форм рака кожи. В рамках нового метода, в частности, предполагается анализ воспалительных процессов в головном мозге.

Мексиканский стартап Greenfluidics разрабатывает биореакторы, которые превратят ваш дом в фабрику по производству биомассы — потенциального топлива или удобрения, а заодно охладят его, улучшат качество воздуха и помогут оплатить счета за электричество. Выглядит реактор как зеленоватые оконные панели. Идея использования плоских баков с водорослями на внешней стороне зданий не нова. В 2013 году инженеры Arup и архитекторы из Splitterwerk Architects построили полномасштабное опытное здание BIQ, 200 кв. метров которого было облицовано такими панелями. Вода, насыщенная углекислым газом, питала определенный тип водорослей. Эти организмы поглощают CO₂ и солнечный свет, растут и вырабатывают кислород. Кроме того, панели охлаждали здание, а тепло шло на нагрев воды. Greenfluidics внес несколько изменений в процесс. Главная инновация заключается в тепловом захвате и конверсии. Пригодные для повторного использования наночастицы углерода добавляют в воду, чтобы повысить ее теплопроводность. Эта смесь проходит вдоль одной стороны панели, повышая ее тепловой захват. Водоросли растут с другой стороны. Тепло напрямую преобразуется

в электричество посредством термоэлектрического генератора, и направляется на нужды здания. Каждая биопанель способна генерировать до 328 кВт*ч/м² в год, говорится на сайте стартапа. Звучит довольно оптимистично, но нужны испытания в реальных условиях. А эффект охлаждения, по подсчетам изобретателей, позволяет сэкономить до 90 кВт*ч/м² в год. Кроме того, качество в год панели поглощают 200 кг углекислого газа, улучшая качество воздуха в помещении.

Исследователи сравнили характеристики обычной сажи с коммерческими солнечными панелями на основе графена. Оказалось, что самый простой и дешевый материал превосходит промышленные продукты по всем основным показателям. Физики из Мексики и США показали в экспериментах, что сажа, созданная при сжигании органического топлива, такого как уголь или углеводороды, эффективно преобразовывает солнечную энергию в тепловую. Исследователи создали на основе сажи от сжигаемой древесины, нефтяного кокса и других углеводородов специальное пастообразное покрытие. Чтобы «активировать» работу своего покрытия ученые разработали солнечные печи, которые могут нагреваться до 200°C. Стоимость производства такой печи, по словам ученых, составляет около \$150, а производство покрытия, на котором она работает — всего \$1 за квадратный м. Разработчики сравнили эффективность своего покрытия по сравнению с традиционными солнечными батареями на основе графена и фуллерена. Оказалось, что паста на основе сажи превосходит традиционные коммерческие панели на 96% по солнечному поглощению и на 85% по световому излучению. При этом стоит такая система в 15 раз дешевле. Исследователи также сравнили свою разработку с панелями на основе наноструктур. Результаты показали сходную эффективность, но и в этом случае биопаста дешевле в тысячу раз. Наше сырье экологически чистое, хотя в настоящее время считается загрязнителем окружающей среды. Тем не менее, они идеально подходят для сокращения углеродного следа и может способствовать переходу к настоящему нулевому потреблению энергии, — Франсиско Роблес-Эрнандес. Разработчики считают, что созданное ими покрытие и солнечные печи можно использовать в больших промышленных нагревателях и котлах для сушки. Физики отмечают, что это один из самых энергоемких и дорогостоящих промышленных процессов. Кроме того, использование отходов, полученных в результате сжигания органического топлива, по мнению ученых, может найти применение в солнечных дистилляторах, обогревателях, домашнем отоплении, водоочистителях и других технологиях. «Следующим шагом для этого проекта является массовое производство преобразователей солнечной энергии в тепло для пищевой промышленности. В конечном счете, идея этого проекта заключается в том, чтобы принести пользу окружающей среде, используя углеродные отходы или побочные продукты для бытовых и промышленных процессов», — отмечает Луис Бернардо Лопес-Соса, соавтор исследования.

В Мексике напечатали дома для целой деревни на одном 3D-принтере. Все дома сделали сейсмостойкими. В прошлом месяце в Техасе появилась целая улица «напечатанных» домов. Недавно инженеры пошли еще дальше — как сообщают СМИ, в Накахуке, Мексика, появилось целое поселение, в котором все дома напечатали на одном 3D-принтере. Все они предназначены для малообеспеченных семей. Кроме того, что дома привлекательны внешне, они отличаются устойчивостью и прочностью. Их специальность сделали сейсмостойкими. Так, в Накахуке, штат

Табаско, Мексика, произошло землетрясение магнитудой 7,4 балла. Дома выдержали «краш-тест», дома остались стоять без единой царапины. Это одно из многих преимуществ 3D-печати, отмечают инженеры. В реализации проекта участвовали три компании: New Story, некоммерческая организация из Сан-Франциско (занимается искоренением проблемы бездомности во всем мире); Échale, компания по производству социального жилья из Мексики; и Icon, техасская строительная компания. Сами дома одноэтажные, каждый площадью около 46,4 м². В каждом из них есть две спальни, кухня и ванная комната. Франческо Пьяццези, генеральный директор Échale, рассказал, что футуристический принтер, использованный для создания конструкций для домов, выглядел как «что-то из фильма о Робокопе». Также он отметил, что принтер проделал «действительно большую работу по доставке недорогого и прочного жилья туда, где оно больше всего необходимо».

Перуанские полицейские спасли голубя с помощью дрона. Птица запуталась лапами в веревке и повисла вниз головой на кабеле, растянутом над городской улицей. Сотрудники полиции привязали к беспилотнику нож, подняли его в воздух и перерезали веревку. Освобожденный голубь смог улететь и вскоре его поймали местные жители, чтобы снять с лап остатки пут. Как только голубь достаточно окрепнет, его снова выпустят. Отношения птиц и дронов часто бывают непростыми. Пернатые, испугавшиеся пролетевшего над ними или упавшего беспилотника, могут бросить гнездо, а хищники сами порой нападают на дроны. Впрочем, иногда использование беспилотников идет птицам на пользу. Например, в прошлом году израильские орнитологи применили мультикоптер, чтобы выкормить птенца белоголового сипа (*Gyps fulvus*), лишившегося матери. Благодаря пище, которую дрон приносил в гнездо раз в два-четыре дня, юный падальщик успешно встал на крыло. Еще один случай спасения птицы с помощью дрона произошел в перуанском городе Барранка несколько дней назад. Местные жители обнаружили сизого голубя (*Columba livia*), лапы которого запутались в веревке, обмотавшейся вокруг натянутого вдоль улицы кабеля. В результате птица повисла вниз головой и не могла улететь, размахивая крыльями и теряя силы. В конце концов она устала и оставила попытки спастись. Хотя обычно люди относятся к городским голубям с неприязнью, отчаянное положение попавшей в ловушку птицы вызвало сочувствие у жителей Барранки. Однако кабель был протянут слишком высоко, чтобы добраться до него с земли и просто распутать голубя. Прибывшим на место полицейским пришлось воспользоваться альтернативным планом. Они скотчем примотали канцелярский нож к дрону DJI Mini 2, а затем направили устройство к птице. Ориентируясь с помощью камеры на беспилотнике, полицейские аккуратно перерезали веревку, на которой повис голубь. Другие участники происшествия растянули под кабелем простыню, чтобы поймать падающую птицу — однако та расправила крылья и улетела сразу после того, как дрон перерезал ее путы. Через некоторое время местные жители поймали голубя неподалеку, сняли с его лап остатки веревки и поместили птицу в клетку. Голубя будут кормить и ухаживать за ним, пока он не окрепнет достаточно, чтобы выпустить его на волю.

Американские и чилийские ученые описали когнитивную систему человека, которая отвечает за принятие нравственных компромиссных решений. Теория двойных процессов предполагает, что некоторые моральные дилеммы всегда будут ставить нас в тупик, поскольку разум не может взвесить конфликтующие моральные

ценности друг с другом и прийти к решению. Однако в жизни для соблюдения баланса приходится часто идти на компромиссы, они обуславливают лучшую способность приспособляться, чем категоричные суждения. Группа ученых предположила, что для принятия сложных интуитивных компромиссных решений у нас есть определенная когнитивная модель. Человек на протяжении истории сталкивался с моральными дилеммами. Как поступить, когда два действия, которые можно считать правильными, противопоставлены друг другу? Психологи считают, что в процессе эволюции и естественного отбора человек сформировал определенные когнитивные системы для социальных взаимодействий: например, помощи родственникам, обмена товарами и услугами или сотрудничества в группах. Но как быть, когда моральные принципы сталкиваются и, например, преданность союзникам может навредить старому другу? Предыдущие исследования не могут дать однозначного ответа на этот вопрос. Согласно теории двойных процессов, в мышлении можно выделить две когнитивных системы — первая быстрая, интуитивная, завязанная на эмоции, но не гибкая, а вторая медленная, но гибкая, она требует обдумывания и большой когнитивной нагрузки.

Предыдущие исследования рассматривали моральные дилеммы с учетом этого подхода. Они имели только крайние возможности выбора, исключая любые компромиссы: то есть можно было удовлетворить только одну моральную ценность, полностью игнорируя другую. Например, в проблеме вагонетки можно столкнуть человека на пути и остановить состав, который грозит задавить пятерых привязанных к рельсам людей. Решение столкнуть человека и спасти многих ценой жизни одного соответствует утилитарному (логическому) суждению, в то время как запрет на причинение вреда человеку является деонтическим (нравственным) суждением. Система 2 взвешивает выгоды и подводит к выводу, что надо толкать, но при этом система 1 дает команду: не навреди. Запрет на причинение вреда невозможно сравнить с другими ценностями, он не подлежит обсуждению. Это делает проблему вагонетки неразрешимой. Рикардо Гусман (Ricardo Andrés Guzmán) из Университета Десаррольо вместе с коллегами из США и Чили предположили, что человек обладает бессознательной когнитивной системой, которая взвешивает конфликтующие друг с другом моральные ценности и доступные решения (в том числе компромиссные) и определяет среди них наиболее правильное. Они назвали ее системой моральных компромиссов (*moral trade-off system, MTS*). По их мнению, эта система должна уметь выдавать весь спектр суждений: крайних и компромиссных.

Биологи из Чили исследуют бактерии, способные поедать металлы. Результаты экспериментов могут пригодиться в решении проблем экологии. Ученая и биотехнолог Надак Реалес с группой ученых из Чили придумали, как уменьшить экологические последствия горной промышленности страны. Они изучают особый тип бактерий, который может съесть гвоздь за три дня. Речь идет об экстремофилах — организмах, которые живут в экстремальных условиях и при голоде питаются металлом. Лаборатория Реалес располагается в Чили, недалеко от Сантьяго — в промышленном городе Антофагаст с плохой экологической обстановкой. Изучая экстремофилов, ученые сосредоточились на окисляющих железо бактериях, известных как *Leptospirillum* — лептоспириллы. Реалес извлекла их из гейзеров Татио, которые расположены на высоте 4 200 м над уровнем моря в 350 км от Антофагаста. Эти микроорганизмы живут в кислой среде, на которую практически не влияют

относительно высокие концентрации большинства металлов. Эксперименты с гвоздями показали, что бактерии могут разрушить гвоздь за два месяца. Но, когда ученые заставили лептоспириллы голодать, экстремофилам пришлось приспособиться. В итоге, они целиком «съели» гвоздь всего три дня. Некоторые металлы могут быть переработаны на плавильных заводах. Однако другие, такие, как грузовые контейнеры HGV, вмещающие 50 тонн породы, не подлежат переработке. Их часто выбрасывают в пустыне Атакама в Чили. В таких случаях как раз и пригодятся лептоспириллы, уверена Реалес. Горнодобывающая промышленность может разрушать окружающую среду. Отходы из шахт, тяжелые металлы и кислая вода часто попадают в ручьи и реки, загрязняя источники пресной воды. Фактически, по данным EPA, только в 2017 году на металлических рудниках образовалось почти 1 млн тонн токсичных отходов.

Группа исследователей разработала новые метаматериальные плитки, которые помогут повысить чувствительность телескопов. Они будут развернуты в обсерватории Саймонса в Чили к 2022 году. Обсерватория Саймонса — это центр, который занимается изучением изменений космического микроволнового фона, электромагнитного излучения, оставшегося от ранней стадии Вселенной. Эти измерения помогут лучше понять, как возникла Вселенная, из чего она состоит и как она эволюционировала в то, чем является сегодня. Телескопы обсерватории Саймонса будут использовать новую сверхчувствительную миллиметровую камеру для измерения послесвечения большого взрыва. Мы разработали новую недорогую плитку, которая будет использоваться в камере для поглощения выбросов окружающей среды, которые могут исказить измеряемые сигналы, — Чжилэй Сюй, ведущий автор работы. Исследователи показали, что разработанные ими микроволновые плитки из метаматериалов поглощают более 99% излучения миллиметровых волн и сохраняют свои свойства при чрезвычайно низких температурах. Плитки могут быть изготовлены методом литья под давлением. Также материалы, из которых их делают, недорогие и экономически доступные. Наземные миллиметровые телескопы используют приемники, они охлаждаются до криогенных температур, чтобы уменьшить шум и повысить чувствительность. Технология приемника продвинулась настолько, что любое количество рассеянного света может ухудшить изображение и, одновременно, снизить чувствительность детектора.

Однако разработка материала, способного подавлять рассеянный свет при работе при таких экстремально низких температурах, является довольно сложной задачей. Предыдущие попытки привели к тому, что материалы либо не могли эффективно охлаждаться до криогенных температур, либо не достигали необходимого сочетания низкого коэффициента отражения и высокого поглощения. Чтобы преодолеть эти трудности, исследователи обратились к метаматериалам, так как их можно сконструировать таким образом, чтобы получить свойства, не встречающиеся в природе. После сложных электромагнитных имитационных исследований ученые разработали метаматериалы на основе материала, сочетающего частицы углерода и пластика. Убедившись, что плитки из нового метаматериала могут выдерживать тепловые циклы от комнатной температуры до криогенной, исследователи проверили, как они будут охлаждаться до -272°C , а затем измерили их оптические характеристики. Испытания показали, что

метаматериал обладает превосходными свойствами отражения при низком рассеянии и поглощает почти все поступающие фотоны.

На берегах залива Гуаякиль в Эквадоре проживает около трех миллионов человек, и в течение десятилетий они сбрасывали в воду тонны мусора, которые превратили эстуарий реки Гуаяс в вонючее болото. Теперь экологи надеются, что специально созданные «плавучие острова» с особым грузом на борту помогут им очистить умирающий залив. Залив Гуаякиль — одно из самых густонаселенных мест в Эквадоре: в верхней его части, на берегах реки Гуаяс, расположен крупнейший морской порт страны, и около 2,8 миллиона человек называют это место своим домом. Однако столь большое количество людей, многие из которых живут в крайней нищете, неминуемо ведет к сильному загрязнению, и сегодня берега залива напоминают помойку, заваленную мусором и экскрементами. Правительство страны уже предпринимало несколько попыток по очистке зловонных вод Гуаякиля, но, несмотря на усилия людей и миллионы вложенных инвестиций, ситуация по-прежнему плачевная. Теперь экологи решили использовать другой метод и запустили биоразлагаемые «плавучие острова» с живым грузом на борту. На десяти деревянных платформах, связанных веревкой из банановой кожуры, экологи доставили в залив свыше 200 саженцев красного мангрового дерева. Уже через четыре месяца саженцы должны образовать первичные заросли, и люди надеются, что мангровые деревья, способные поглощать загрязняющие вещества, смогут очистить воды Гуаякиля. В будущем они собираются постоянно отслеживать уровень вредных веществ в воде. Этот проект — не просто попытка спасти залив, но и потенциальный способ предотвращения новой экологической катастрофы. В месте, где люди разместили «острова», вода буквально кишит вредоносными бактериями, размножающимися в канализационных водах. Эти микроорганизмы представляют серьезную опасность для здоровья человека. Разумеется, люди не возлагают все надежды только на мангровые деревья: параллельно проводятся усилия по заселению залива морскими водорослями, также способными очищать воду, и строятся новые очистные сооружения. Работы предстоит еще немало, но экологи надеются, что когда-нибудь залив Гуаякиль станет таким же, как и полвека назад — местом, где рыбаки спокойно ловили рыбу, а дети плескались в кристально-чистой воде.

Инновации в Латинской Америке находятся на подъеме, и этот регион быстро становится центром для разработчиков и предпринимателей, которые бросают вызов статус-кво и создают инновационные решения для некоторых из самых насущных мировых проблем. От финансовых технологий до электронной коммерции, медицинских и образовательных технологий — разработчики в Латинской Америке находятся в авангарде инноваций в технологической отрасли. Инновации от разработчиков из Латинской Америки существенно меняют технологическую отрасль. Несмотря на уникальные проблемы и препятствия, разработчики в Латинской Америке создают инновационные решения для некоторых из самых насущных мировых проблем. Сосредоточив внимание на реальных потребностях, мыслив глобально, используя технологии и создавая прочные партнерские отношения, эти разработчики разрушают традиционные отрасли и создают новые возможности для роста и успеха.

В условиях перехода от однополярного к многополярному миру борьба за научный и технологический суверенитет — устойчивый доступ к достижениям научно-технического прогресса (НТП), преодоление технологической отсталости и зависимости от Запада — становится ключевым приоритетом внутренней и внешней политики государств арабского мира в частности. У руководства арабских стран растет осознание того факта, что достичь устойчивых темпов роста можно посредством создания «экономики знаний», форсируя развитие национальных научно-технических потенциалов и придавая приоритетное значение вопросам выработки государственной политики в сфере науки, технологий и инноваций. Между тем стартовые позиции для технологического прорыва во всех странах ЛАГ, включая капиталозыбыточные аравийские монархии, остаются скромными. Символом процветания и одновременно зависимости от импорта пусть и передовых технологий стал сверхвысотный небоскреб «Бурдж-Халифа» (арабск. «Башня Халифы») в Дубае, спроектированный американским архитектурным бюро «Skidmore, Owings and Merrill». Сам Дубай превратился в один из глобальных финансовых и инвестиционных центров, ежегодно привлекая сотни тысяч «белых воротничков» — экспатов из развитых стран. Инжиниринговой деятельностью занимаются по большей части американские и европейские консалтинговые компании, а арабам остаются только функции общей координации, финансирования и эксплуатации созданных объектов.

Научно-техническое развитие — один из важнейших двигателей прогресса в Дубае, как, впрочем, и во всех Арабских Эмиратах в целом. Халифа бин Зайд аль Нахайян, президент ОАЭ, в ходе одного из своих выступлений заявлял о том, что инновации и научно-исследовательская деятельность — ключ к созданию экономики знаний, которая даст возможность последующим поколениям жить в процветающем и безопасном обществе. Аналогичной позиции придерживается шейх Мохаммед бин Рашид аль Мактум — правитель Дубая, также являющийся вице-президентом и премьер-министром ОАЭ. По его мнению, существующий в стране подход к государственному управлению, наряду с объемом и качеством человеческого капитала и финансовых ресурсов, дает Арабским Эмиратам необходимые условия для качественного научного прогресса, который предопределяет безбедную и стабильную жизнь человечества в обозримом будущем. Арабские Эмираты располагают первоклассной исследовательской инфраструктурой, служащей залогом динамичного хода научного прогресса. На всей территории страны широко распространены высшие учебные заведения, специализированные исследовательские центры, а также научно-исследовательские лаборатории, создающие первоклассные условия для работы специалистов из самых разнообразных областей знаний. Более того, государство тесно сотрудничает со многими странами мира, стремясь совместно выработать инновационные пути решения глобальных проблем современности.



Саудовская Аравия в 2023 году сумеет обогнать Индию в качестве самой быстрорастущей экономики мира благодаря экономическим и финансовым реформам, а не только высоким ценам на энергоносители. Не отстают от Эр-Рияда и другие монархии Персидского залива. И что самое интересное — они смогли

добиться таких результатов, не отказываясь от норм шариата, а лишь немного их смягчая. Арабские государства и прежде всего арабские монархии Персидского залива, наоборот, показали пример того, как можно сохранить традиционное общество и традиционные ценности, которые для этих обществ неразрывно связаны с исламом и нормами ислама, но при этом внедрять инновационные технологии, создавать современную экономику и финансы, опережая некоторые государства Европы в своем развитии. Конечно, в той же Саудовской Аравии или в ОАЭ была проведена определённая либерализация правовой системы. Однако реформы не изменили базы государственной и правовой системы, основой по-прежнему остаются исламские нормы и принципы. Шариатские установки распространяются на все сферы жизни в этих странах, и ни одна из монархий Залива не отказалась от их применения в собственном законодательстве. В декабре прошлого года Саудовская Аравия сообщила о большем, чем ожидалось, профиците бюджета на 2022 год: в размере 102 млрд саудовских риалов (\$27,13 млрд) — на 12 млрд саудовских риалов больше, чем предыдущая оценка. Принц Саудовской Аравии Мохаммед бен Салман заявил, что успех реформ королевства в операционной модели государственного сектора и экономики способствовал достижению профицита, который будет использован для увеличения государственных резервов, поддержки национальных фондов и укрепления финансового положения королевства в условиях глобальной экономической нестабильности.

Снижение зависимости от нефтяных ресурсов было одной из целей правительства с 1970-х годов. Принятая в 2016 году программа «Видение-2030» (Vision 2030) должна помочь преодолеть эту тенденцию к 2030 году. «Видение» предполагает три основные цели: сделать страну «сердцем арабского и исламского мира», стать глобальным инвестиционным центром, а также использовать местоположение страны для превращения в логистический и транспортный узел, соединяющий Африку и Евразию. Цели должны быть реализованы по трем направлениям развития Саудовской Аравии, заложенным в «Видение-2030». ОАЭ достигли больших результатов в производстве высокотехнологичной продукции, например в автомобилестроении. С 2019 года там выпускается полноприводный автомобиль AlReem. Но особые успехи отмечены в сфере оборонной промышленности, лидерами которой являются эмиратские компании «Мубадала» (Mubadala), «Тавазун», «Эмирейтс Эдвансд Инвестментс» (Emirates Advanced Investments) и ряд других. Благодаря сотрудничеству с крупнейшими мировыми производителями оборонной продукции, которое проходит в форме совместных предприятий, ОАЭ в настоящее время могут проектировать, производить и продавать широкий спектр вооружений и оборудования как на внутреннем, так и на международном рынках. Университет науки и технологии имени короля Абдаллы (King Abdullah University of Science and Technology, KAUST) недавно завершил первую в Саудовской Аравии программу "Destination Deep Tech", в рамках которой ведущие мировые стартапы привлекаются в Королевство для разработки глубокотехнологичных (deep tech) инноваций. Зарубежные стартапы - CeEntek, Hori, Insignes-Labs, Pasqal, и Proteinea - были выбраны для участия в трехмесячной программе благодаря их высокотехнологичной экспансии в регион Ближнего Востока и Северной Африки (MENA).

QS Arab Region University Rankings 2023 включает в частности в первых рядах следующие университеты (см. ниже):

Rank
University

	1 King Abdulaziz University (KAU) Jeddah, Saudi Arabia	100
	2. Qatar University Doha, Qatar	98.9
	3. King Fahd University of Petroleum & Minerals Dhahran, Saudi Arabia	98.4
	4. King Saud University Riyadh, Saudi Arabia	97.7
	5. American University of Beirut (AUB) Beirut, Lebanon	97.5
	6. United Arab Emirates University Al Ain, United Arab Emirates	94.9
	7. Khalifa University Abu Dhabi, United Arab Emirates	92.1
	8. Sultan Qaboos University Muscat, Oman	84
	9. American University of Sharjah Sharjah, United Arab Emirates	83.9
	10. University of Jordan Amman, Jordan	80.5

Далее рассмотрим научные и технологические достижения арабских стран, среди которых лидируют Саудовская Аравия и ОАЭ. Появились новые изображения со строительства саудовского мегаздания-города «Зеркальная линия» (The Line). Прошел примерно год с начала его возведения. В начале 2022 года наследный принц Саудовской Аравии Мохаммед бин Салман одобрил строительство гигантского «лежачего небоскреба», в котором будут жить до девяти миллионов человек. Здание-мегаполис, по заявлению принца, станет самым экологичным в мире. Работы по возведению «Зеркальной линии» длиной в 170 километров, в полкилометра высотой (и всего 200 метров в ширину) продвигаются вовсю. Руководство Саудовской Аравии согласовало план строительства порта Оксагон (Oxagon) и логистического центра, который станет «крупнейшей в мире плавающей конструкцией» в рамках

архитектурного проекта Neom, в который входит и знаменитый горизонтальный небоскреб «Зеркальная линия». Окагон станет портовым городом на Красном море, предназначенным для использования всех преимуществ активного судоходства в Суэцком канале.

Научные разработки в арабских странах ведутся часто при руководстве или сотрудничестве с западными учёными. Группа Стефана де Вольфа (Stefaan De Wolf) из Научно-технологического университета имени короля Абдаллы изготовила перовскитно-кремниевый солнечный элемент с эффективностью 33,2 процента. Ячейки прошли сертификацию в независимой лаборатории, а рекорд уже внесен в базу данных Национальной лаборатории США по изучению возобновляемой энергии (NREL). Авторы использовали стандартную кремниевую ячейку, текстурированную с двух сторон, и перовскитную ячейку оригинальной конструкции, активный слой которой оптимизировали для максимального поглощения коротковолновой части солнечного излучения. Лучшая ячейка показала эффективность в 33,2 процента – на 0,7 процента больше, чем предыдущий рекорд, установленный в конце 2022 года в Берлинском центре материалов и энергии имени Гельмгольца. Авторы особо отмечают, что 33,2 процента – самая большая эффективность не только среди тандемов кремний-перовскит, но и среди всех солнечных элементов с двумя p-n переходами, в которых не используется концентрированный солнечный свет.

Химики из Саудовской Аравии и США показали, что аммиак может образовываться из воды и азота при распылении воды в виде микрокапель на поверхность гетерогенного катализатора. Реакция образования аммиака идет при давлении азота в 80 бар и комнатной температуре. Аммиак – это газ, состоящий из молекул NH_3 , в которых атом азота связан с тремя атомами водорода. Каждый год химическая промышленность производит около 180 миллионов тонн аммиака – а затем превращает его в удобрения и другие соединения азота. Производят аммиак с помощью процесса Габера – Боша. Он основан на реакции азота N_2 с водородом H_2 в присутствии катализатора при давлении в несколько сотен атмосфер и высокой температуре. А водород для этой реакции получают риформингом метана, в результате которого образуется около 1 процента от всего выделяемого в атмосферу углекислого газа. И хотя вся эта цепочка превращений очень энергозатратная и неудобная, подходящих альтернатив химии пока не нашли. Но недавно ученые под руководством Ричарда Заре (Richard N. Zare) из Стэнфордского университета обнаружили процесс, в котором аммиак образуется из азота и воды без нагревания и в отсутствие водорода. Сначала они приготовили гетерогенный катализатор, состоящий из оксида железа Fe_3O_4 , нанесенного на углеродную губку и фторсодержащий полимер (Nafion). А затем на поверхность катализатора распылили воду в виде микрокапель с помощью азота под давлением 80 бар.

Установка для синтеза была устроена так, что после прохождения через катализатор реакционная смесь попала в масс-спектрометр. А в полученных масс-спектрах химии обнаружили пик, отвечающий гидратированному иону аммония. Так они выяснили, что в реакции образовался аммиак. Далее ученые приготовили несколько стандартных растворов аммиака и с помощью них построили калибровочную кривую для определения концентрации ионов аммония в образующемся растворе. Химики провели расчеты и показали, что в их установке аммиак образуется со скоростью 33 наномоля в секунду на один квадратный

сантиметр поверхности катализатора. А концентрация аммиака в каплях воды составляет около 62 микромолей на литр. Так ученые показали, что микрокапли воды в присутствии катализатора могут ускорять реакцию азота с водой. Как считают авторы статьи, это связано с тем, что в микрокаплях на границе раздела фаз вода-воздух реакции одноэлектронного переноса идут быстрее, чем в обычном растворе. Международная группа ученых, в которую вошли специалисты из Саудовской Аравии, России и Египта, выяснила, что полимолочная кислота в сочетании с триоксидом вольфрама эффективно блокирует гамма-излучение. В перспективе на основе нового материала можно будет создавать безопасные и биоразлагаемые экраны для защиты от низкоэнергетического излучения, полагают исследователи. Такие экраны используют в медицине, сельском хозяйстве, пищевой промышленности. «Полимолочная кислота — нетоксичный полимер природного происхождения. Она имеет невысокую стоимость и, что немаловажно, может разлагаться с помощью микробов, если поместить ее в промышленную установку при высоких температурах. Поскольку молочная кислота регулярно образуется в качестве побочного продукта метаболизма как у растений, так и у животных, полимолочная кислота и продукты ее распада нетоксичны и безопасны для окружающей среды», — поясняет соавтор разработки. Хешам Закали. Полимолочная кислота стала популярным вариантом пластиковой упаковки всех видов товаров — от продуктов питания и напитков до косметики и электроники. Однако, несмотря на значительный рыночный потенциал, этот полимер довольно хрупкий: низкая температура термического разложения ограничивает его применение во многих областях. Для улучшения свойств полимолочной кислоты необходимо добавление определенного наполнителя, который может адаптировать ее свойства к конкретным целям. Ученые выяснили, что таким наполнителем может стать триоксид вольфрама, так как он повышает способность этого биополимера блокировать гамма-излучение, улучшает его структуру, тепловые и оптические свойства. Триоксид вольфрама широко известен, не токсичен. Его активно применяют для создания, в частности, датчиков газа, электрохромных окон, оптических устройств, фотокатализаторов и огнестойких волокон в «умных» окнах.

Чтобы создать материал для экранирования от гамма-излучения, ученые смешали полимолочную кислоту и триоксид вольфрама в качестве наполнителя. В ходе анализа они выяснили, что наполнитель достаточным образом распределяется в полимолочной кислоте и увеличивает ее стабильность при высоких температурах. Также исследователи экспериментально проверили параметры радиационной защиты усовершенствованного биополимера. Они сделали это с помощью ряда радиоактивных точечных источников, которые испускали фотоны с разным количеством энергии. В результате ученые выяснили, что увеличение количества триоксид вольфрама в полимолочной кислоте уменьшает пропускание гамма-излучения. Этот наполнитель обладает многообещающим потенциалом в улучшении защитных материалов — в частности, радиационных экранов. «Это щиты, которые устанавливаются между источником излучения и людьми/окружающей средой. Важно, чтобы они поглощали максимально возможное количество излучения. Радиационные экраны настраивают в зависимости от области применения, чтобы сделать их предельно эффективными. Это позволяет блокировать большое количество фотонов и сохранять малый вес, прозрачность и

стойкость. Например, бетон эффективно блокирует гамма-излучение при смешивании с определенными веществами-наполнителями, поэтому его долгое время широко используют для облицовки. Однако этот материал недолговечен: со временем он трескается и теряет воду, поэтому для улучшения свойств нужно учитывать весь спектр его особенностей», — говорит Хешам Закали. Существующие материалы — свинец, пластмассы на основе нефти или бетон — могут быть довольно опасными в том числе из-за токсичности. Они также имеют значительный вес и высокую стоимость. Альтернативой им может стать материал, который получила международная группа ученых. По мере создания все большего количества технологий, работа которых зависит от излучения, растет потребность в материалах, способных его блокировать. Поэтому в планах ученых рассмотреть новые «умные» материалы с защитными свойствами.

Ученые из Ирана, Ирака, Сингапура, Норвегии, Малайзии и Саудовской Аравии нашли компонент, способный замедлить процесс разрушения железобетона углекислым газом. На основе данного вещества был разработан ингибитор из натуральных ингредиентов для стальной арматуры, который значительно замедляет процесс ее разрушения. Ученые создали органический ингибитор коррозии, содержащий наночастицы гуммиарабика. Гуммиарабик представляет собой твердую прозрачную смолу из высохшего сока различных видов акаций. С помощью стандартных методик были исследованы физические свойства арматуры с нанесенным ингибирующим покрытием и без него. К методам оценки физических свойств относятся исследование уровня pH, электронная микроскопия, атомно-силовая микроскопия, рентгеновская спектроскопия, термогравиметрия и другие. Полученные результаты показали, что введение 3% ингибитора на основе наночастиц гуммиарабика в бетон образует защитный слой на поверхности стальной арматуры и замедляет процесс коррозии. «Мы исследовали железобетон, подвергавшийся воздействию углекислого газа в течение 180 дней, и установили, что эффективность ингибирования увеличивается до 94,5%, а снижение скорости коррозии достигло $0,57 \cdot 10^{-3}$ мм/год. Кроме того, результаты свидетельствуют, что присутствие ингибитора с наночастицами гуммиарабика снижало содержание кальция и кремния на 3,72% и 0,69% соответственно. Мы разработали специальный кальциево-силикатно-гидроксидный гель с наночастицами гуммиарабика и пришли к выводу, что данный ингибитор делает железобетонные конструкции прочнее», — рассказал Иман Фаридмехр.

Среди наиболее агрессивных факторов карбонизация бетона является одной из основных причин потери его прочности. Этот процесс происходит, когда углекислый газ, растворенный в воде или из атмосферы, реагирует со свободными гидроксидами, которые в основном состоят из гидроксида кальция. CO₂ реагирует с кальциево-силикатно-гидроксидным гелем в бетонной матрице, в результате чего образуется карбонат кальция. Органические ингибиторы коррозии, как простые, так и смеси, применяются для снижения скорости коррозии углеродистой стали. Их добавляют в агрессивные среды в малых количествах, чтобы уменьшать, контролировать или даже препятствовать протеканию реакций между металлом и окружающей его средой. «Из соображений безопасности мы сосредоточились на разработке эффективных органических ингибиторов из натуральных ингредиентов, таких как экстракты кожуры фруктов и растений. Они безвредны и являются

экологически чистыми. Было проведено несколько исследований применения натуральных продуктов (полынь, кадамба, ризофора, банан, алоэ вера, абрикосовый сок, грецкий орех, асафетида и помело) в качестве ингибиторов коррозии на низкоуглеродистой стали в различных условиях. Результаты показали, что органические ингибиторы замедляют коррозию на 65–97%», – уточнил ученый. Ингибирующее воздействие природных соединений объясняется способностью молекул зеленых ингибиторов адсорбироваться на металлических поверхностях, образуя тонкий профилактический слой и блокируя активные участки. Гуммиарабик представляет собой зеленый ингибитор коррозии с эффективностью 97% для низкоуглеродистой стали.

Химики из Саудовской Аравии и США синтезировали несколько лестничных полимеров и приготовили из них мембраны для разделения газов. Оказалось, что несколько полученных мембран при старении в течение нескольких месяцев становятся более селективными и сохраняют высокую проницаемость. Кроме того, они побили рекорд по селективности для некоторых смесей газов. В промышленности газы чаще всего разделяют простой дистилляцией. С помощью нее, например, получают кислород, аргон, углекислый газ и азот из воздуха. Но этот процесс очень энергозатратный — воздух приходится сильно охлаждать. И одна из возможных замен дистилляции — разделение с помощью мембран. Оно основано на том, что из-за разницы в форме и размерах молекул, некоторые газы легче проникают через пористую мембрану, чем другие. Эффективность мембраны в разделении газов можно оценить, если измерить ее проницаемость (то есть способность быстро пропускать через себя большой объем газа) и селективность (она показывает, сколько молекул одного газа проходит через мембрану в расчете на одну молекулу другого газа). Прорывных результатов в области разделения на мембранах химики достигли в 2005 году. Они получили лестничные полимеры, в которых жесткие циклы из атомов углерода плохо упаковывались в плотную структуру. За счет этого между цепями было много свободного пространства, через которое газы легко проникали. С того времени большинство газоразделительных мембран ученые получали именно из лестничных полимеров.

Химики под руководством Ся Яня (Xia Yan) смогли синтезировать лестничные полимеры, мембраны из которых оказались очень эффективными в разделении газов. Начали химики с синтеза трехмерного лестничного полимера с циклическими фрагментами из четырех атомов углерода. Они получили несколько симметричных углеводородов с двойными связями, а затем ввели их в реакцию полимеризации с дибромпарахлоролом в присутствии палладиевого катализатора. Через 48 часов нагревания при температуре в 150 градусов Цельсия химики получили несколько термостабильных лестничных полимеров с большими молекулярными массами (от 67 до 170 килодальтон). Из полученных полимеров ученые приготовили мембраны толщиной от 50 до 60 микрон, а затем исследовали их эффективность в разделении газов. Все полученные мембраны обладали хорошей проницаемостью, но средней селективностью. Однако химики обнаружили, что одна из мембран Me-Me₂F со временем стала разделять газы значительно более селективно. Например, в эксперименте с эквимолярной смесью метана и водорода мембрана стала почти в 90 раз более селективной, чем была 158 дней ранее. Это явление химики связали со старением — так называют процесс,

при котором объем пор в структуре мембраны уменьшается со временем. Авторы считают, в структуре их полимера уменьшились только самые большие поры, и крупные молекулы газов (например, метан или азот) стали хуже проникать через мембрану. Но это не повлияло на проницаемость небольших молекул (водород или кислород), при этом селективность полимера сильно увеличилась, а проницаемость уменьшилась незначительно. В результате химики получили эффективные мембраны для разделения газов, которые со временем становились более селективными, но при этом сохраняли высокую проницаемость. Кроме того, мембраны из полимеров Me-Me₂F и Me-DHP побили рекорд 2018 года в эффективности разделения смесей углекислого газа и метана (селективность составила 49 молекул углекислого газа на одну молекулу метана при общем давлении в 2 бара).

Ученые из Саудовской Аравии использовали гидрогель и создали систему, которая выращивает шпинат, используя воду из воздуха. Новая система WEC2P состоит из солнечной фотоэлектрической панели. Она расположена поверх слоя гидрогеля, который установлен над большим металлическим контейнером для сбора воды. Исследователи создали гидрогель во время предыдущих исследований — материал может эффективно поглощать водяной пар из окружающего воздуха. Исследователи использовали отработанное тепло от солнечных панелей, чтобы выработать электроэнергию и удалить воду из гидрогеля. Металлический ящик внизу собирает пар и конденсирует газ в воду. Гидрогель повышает эффективность солнечных фотоэлектрических панелей на 9% за счет поглощения тепла и снижения температуры панелей. Команда провела эксперимент: она попробовала вырастить растение с использованием WEC2P.

Тестирование проходило в Саудовской Аравии в течение двух недель в июне, когда погода была очень жаркой. Исследователи использовали воду, собранную исключительно из воздуха, для орошения 60 семян водяного шпината. В ходе эксперимента солнечная панель, которая была размером со стандартную школьную парту, выработала 1519 ватт-часов электроэнергии, и 57 из 60 семян водяного шпината проклюнулись и выросли до 18 см. За две недели работы системы она конденсировала около 2 литров воды. Наша цель — создать интегрированную систему для производства чистой энергии, воды и продуктов питания. Чтобы превратить концептуальный дизайн в реальный продукт, — Пэн Ван, профессор наук об окружающей среде и инженерии в Университете науки и техники короля Абдаллы. На следующем этапе работы команда планирует создать более совершенный гидрогель, который сможет поглощать больше воды из воздуха.

Исследователи из Научно-технологического университета имени короля Абдаллы (KAUST, Саудовская Аравия) создали тонкопленочную композитную мембрану из экологически чистых материалов: панцирей креветок, растительных экстрактов и переработанного пластика. Разработка может заменить традиционные мембраны-фильтры, созданные из продуктов ископаемого топлива. Тонкопленочные композитные мембраны широко используются в таких областях, как очистка сточных вод и производство химикатов. Они включают в себя пористую подложку, покрывающую ультратонким слоем, содержащим наноразмерные поры, которые могут задерживать молекулы и крошечные частицы, пропуская при этом жидкие растворители. Команда сделала пористую подложку из переработанного

пластика и покрыла ее натуральным нетоксичным полимером под названием хитозан, полученным из панцирей креветок. Чтобы преобразовать хитозан в нанопористую мембрану, ученые «сшили» его полимерные цепи, используя 2,5-фурандикарбоксальдегид (FDA) – молекулу, полученную из растительных отходов с помощью эко-процессов. В качестве растворителя для этой реакции выбрали эвкалипitol, полученный из листьев эвкалиптового дерева. Ученые также использовали более экологичный катализатор как альтернативу агрессивным соединениям, с помощью которых обычно ускоряют образование поперечных связей. В эксперименте через новую мембрану пропустили ацетон, который содержал молекулы полистирола разной длины и молекулу меньшего размера. Ацетон проходил сквозь новую мембрану с той же скоростью, что и сквозь обычные аналоги. Мембрана может отфильтровывать молекулы, эквивалентные по размеру красителям или активным фармацевтическим ингредиентам, добавляют авторы работы. Поэтому эта мембрана применима для биомедицинской, текстильной, фармацевтической или пищевой промышленности.

В рамках первых экспериментов ученые успешно продемонстрировали возможности капсулы FLASH для модулирования уровня гормонов, контролирующих чувство голода. Следующими целями будут метаболические, неврологические и другие заболевания, которые поддаются управлению через стимуляцию желудочно-кишечного тракта. Капсула FLASH представляет собой пероральное устройство для нейромодуляции оси кишечник-мозг — сигнального пути между ЖКТ и центральной нервной системой. Эта ось регулирует несколько физиологических функций, включая питание и эмоциональное поведение. Существующие сегодня методы стимуляции очень сложно назвать простыми и безопасными для организма человека, поэтому ученые из Абу-Даби работали над созданием универсальной системы. Представленная система FLASH использует электроды на своей поверхности для электростимуляции слизистой оболочки желудка, а особое влагоотводящее покрытие позволяет избежать проблем, которые создает среда желудка. Эксперименты на различных моделях животных продемонстрировали, что капсула успешно модулирует уровни гормона грелина, регулирующего чувство голода, а затем безопасно выводится из организма. «FLASH стала одним из первых пероральных электроцевтиков, которые могут целенаправленно регулировать нейрогормональные пути без дискомфорта, который обычно могут испытывать пациенты при инвазивных методах воздействия», — прокомментировал автор работы Халил Рамади. Теперь перед учеными стоит задача адаптировать технологию для различных задач помимо быстрой кратковременной стимуляции желудка. Ожидается, что воздействие капсул на ось кишечник-мозг поможет эффективно воздействовать на метаболические, желудочно-кишечные, неврологические и другие заболевания.

Физики из ОАЭ, Австрии и Швейцарии под руководством Лукаса Новотного (Lukas Novotny) смогли охладить стеклянную наночастицу, подвешенную в оптическом пинцете, до населенности около 0,8 в двух из трех направлениях колебания. Для этого им потребовалось поместить частицу в резонатор и настроить его на резонанс с антистоксовыми компонентами рассеяния света. В перспективе авторы планируют добиться полного охлаждения колебательных мод, что поможет сделать точнее приложения на основе оптической левитации. Повседневный опыт

человека хорошо описывается классической механикой, в которой тела могут обладать произвольными импульсами и координатами. Физика атомов и молекул, напротив, подчиняется законам квантовой механики. Там координатные и импульсные свойства тел связаны соотношением неопределенности и подчиняются вероятностному распределению, выраженному через волновую функцию. Например, маятник (гармонический осциллятор) в квантовой механике обладает дискретным набором энергий, а его основное состояние делокализовано в пределах удерживающего потенциала. Сегодня граница между этими двумя картинками проходит в механике тел, размерами несколько сотен или тысяч нанометров. Наибольших успехов физики достигли при работе с микромембранами, которые они умеют переводить в почти чистые колебательные квантовые состояния. Другим направлением исследования стало охлаждение левитирующих наночастиц. Эти объекты используют в качестве сенсоров и модельных систем. Наибольшую эффективность такие приложения покажут лишь тогда, когда частица окажется в основном механическом состоянии в потенциале оптического пинцета. Проблема в том, что этот потенциал — трехмерный, а значит охлаждению следует подвергать сразу три колебательные моды. Пока ученые справились лишь с одной.

Во время международной оборонной выставки IDEX-2023, которая проходит сейчас в Абу-Даби (ОАЭ), ВВС ОАЭ показали макет беспилотного аппарата Phenom (Феномен). Согласно данным ТТ-канала Вертолатте, представленный аппарат сможет нести блоки неуправляемых американских ракет Hydra 70 и/или советско-российских С-8, предназначенных для уничтожения техники и живой силы противника с воздуха. По правому борту беспилотник может нести 12,7 мм пулемет российского, либо натовского образца с системой непрерывной подачи патронов по гибкой металлической ленте из фюзеляжа Phenom.

Китай и ОАЭ договорились о доставке второго лунохода стран Арабского мира в район южного полюса Луны. По текущему плану это сделает китайская автоматическая лунная станция «Чанъэ-7» в конце 2026 года. Космическая программа Объединенных Арабских Эмиратов стартовала менее 10 лет назад, однако за это время пережила бурное развитие — были запущены несколько околоземных спутников, на МКС побывал первый астронавт ОАЭ, а к Марсу была послана первая межпланетная станция страны. В 2020 году стартовал лунный проект ОАЭ, в рамках ее первого этапа в конце этого года должен быть запущен в космос луноход «Рашид», который вместе с японским посадочным модулем Nakuto-R высадится в Озере Сновидений на видимой стороне Луны. 16 сентября 2022 года директор Космического центра Мухаммеда бин Рашида и заместитель руководителя CNSA подписали меморандум о взаимопонимании и сотрудничестве в области исследований Луны. По нему на борт будущей китайской лунной станции «Чанъэ-7» будет взят второй небольшой луноход ОАЭ — «Рашид-2», характеристики которого пока не объявлены. Ровер будет доставлен в регион южного полюса Луны в конце 2026 года. Связь с Землей будет вестись при помощи китайского орбитального зонда-ретранслятора. Точное место высадки «Чанъэ-7» пока не определено, однако известно, что некоторые из кандидатов пересекаются с кандидатами в зону первой высадки американских астронавтов на южном полюсе Луны по программе «Артемиды». Интересные области характеризуются хорошей освещенностью,

доступностью для связи с Землей и находятся вблизи кратеров вечной ночи, где должны находиться залежи льда.

Крупнейший город ОАЭ намерен модернизировать экономику с помощью блокчейна и виртуальных миров. Дубай анонсировал «Strategy Metaverse» — план, согласно которому новая отрасль создаст до 40 тыс. виртуальных рабочих мест и увеличит ВВП города на \$4 млрд в течение следующих пяти лет. По словам наследного принца Хамдана бин Мохаммеда, автора инициативы, сейчас в Дубае находится более 1000 компаний, работающих в этом секторе и приносящих национальной экономике около \$500 млн, а в ближайшее время их станет еще больше. Правительство обязалось разработать глобальные стандарты для создания безопасных и надежных платформ для потребителей. Привлекая частных специалистов и крупные предприятия, Дубай будет создавать инфраструктуру и правила для внедрения новых технологий в повседневную жизнь. «Новая стратегия делает упор на развитие талантов и инвестиции в будущие возможности, она предоставит поддержку в обучении работе в метавселенной разработчикам, создателям контента и пользователям цифровых платформ», — заявили в государственном информационном агентстве WAM. Если концепция будет реализована в задуманном виде, уже к 2027 году в Дубае будет 40 тыс. специалистов, работающих в городской метавселенной, а ВВП города вырастет на \$4 млрд. Помимо метавселенной, стратегия также предполагает развитие блокчейн-технологий. В отличие от западных стран, а также Китая и Индии, на данный момент Дубай быстро выдает банковские лицензии криптовалютным биржам и новым финтех-стартапам. За последние годы город привлек множество крупных игроков в этой области, включая лидеров рынка — Binance и FTX. Несмотря на то, что Дубай только анонсировал «метавселенскую стратегию», некоторые компании, базирующиеся в городе, уже планируют вывести свой бизнес в виртуальный мир. Например, крупнейшая авиакомпания Emirates сообщила, что собирается перенести свою деятельность в метавселенную, а девелопер Damas Group проявил интерес к строительству «цифровых городов», которые будут существовать только в виртуальной реальности. Более того, медицинская фирма Thumbay уже готовится к развертыванию первой больницы в метавселенной, которая будет выполнять работу телемедицинского сервиса.

Эмиратская компания Halcon представила на выставке в Абу-Даби рой барражирующих боеприпасов. Эти боеприпасы сами между собой решают, сколько их понадобится для уничтожения цели. Они могут атаковать как статичные, так и движущиеся объекты. Обычно барражирующие боеприпасы — это беспилотники самолетного типа с разведывательными системами и фугасной боевой частью. Они по большей части выполнены из пластиковых и других не отражающих радиосигнал материалов, поэтому их сложно обнаружить. К тому же, стоят они намного дешевле стандартных видов вооружения. Задача барражирующих боеприпасов — вести разведку и уничтожать цели, не ожидая боевых самолетов. Если научить их объединяться в рои, то это не только повысит шансы на успешную разведку, но и снизит нагрузку на операторов и уменьшит боевые потери. Такая возможность, к примеру, будет у морской версии российских барражирующих боеприпасов «Куб». Halcon представила свой рой барражирующих боеприпасов на выставке беспилотных систем в Абу-Даби. Он создан на основе Hunter 2-S — маленьких

беспилотников самолетного типа со складным V-образным хвостом, складным крылом и толкающим винтом сзади. При размахе крыла в 1,44 метра их длина — 1,25 метра, а максимальная взлетная масса — 7,7 килограмма. Судя по изображениям, рой запускается из пусковой установки с 21 трубчатой направляющей. Разработчики говорят, что боеприпасы умеют делиться друг с другом информацией и летать устойчивым строем. Они определяют цель и потом между собой решают, сколько их понадобится, чтобы ее уничтожить. Рой может атаковать как статичные, так и движущиеся объекты.

Инженер разработал робота для посадки семян. Он может автономно работать в радиусе 5 км. Инженер Мазьяра Этехади из Дубайского института дизайна и инноваций разработал небольшого автономного робота A'seedbot. Он оснащен солнечными батареями и заряжается днем, а ночью сажает семена. Некоторые детали робота напечатаны на 3D-принтере, также он оснащен ультразвуковыми датчиками. С помощью них он ориентируется в пространстве. Бота разработали для работы в пустыне, его задача — озеленить ландшафт ОАЭ. Также A'seedbot оснащен специальными датчиками. С их помощью он определяет, какие Земли можно считать плодородными и на них смогут взойти семена. Робот небольшого размера — его длина не превышает 20 см. Журналисты сравнили его с роботом Валли-И из одноименного мультфильма. По сюжету, он из года в год прилежно трудился на опустевшей Земле, очищая нашу планету от мусора, которые оставили после себя улетевшие в космос люди. Робота представили на виртуальной выставке Global Grad Show. Она собирает лучшие идеи дизайнеров, чтобы с помощью инновационных решений решить неотложные социальные и экологические проблемы.

Кувейт планирует создать футуристический город XZero City, который раскинется на площади в 1600 гектаров и станет домом для примерно ста тысяч жителей. Амбициозный проект, разработанный компанией URB из Дубая, направлен на создание экологически чистого уровня жизни с низким воздействием на окружающую среду. Генеральный план умного города нацелен на оптимизацию плотности населения и создание пешеходного города. Транспортные системы и специальные велосипедные дорожки сделают этот город практически свободным от автомобилей, за исключением кольцевой дороги, которая все же обеспечивает ограниченный доступ для транспортных средств. В этом городе также планируется экономика замкнутого цикла (в целях обеспечения продовольственной и энергетической безопасности жителей).

Международная группа ученых из Иордании, России и Турции разработала материал, который в будущем может использоваться в качестве радиационной защиты от гамма-излучения, в частности, на его основе можно создавать радиационную защиту для работников АЭС. В основе нового материала — силикон в сочетании с нанопорошком оксида цинка. «Гамма-излучение широко распространено в здравоохранении, пищевой и аэрокосмической промышленности. Его чрезмерное воздействие может навредить здоровью человека. Сейчас гамма-излучение ослабляют или поглощают с помощью свинца, бетона, материалов на основе оксида свинца, вольфрама или олова. Эти защитные материалы не всегда удобны для использования в качестве защиты от гамма-излучения. Кроме того, они дорогие, слишком тяжелые и высокотоксичные для человека и окружающей среды. Физики использовали силикон в качестве матрицы

для защитного материала. Полидиметилсилоксан, то есть силикон — легкий, прочный и гибкий полимер, обладает превосходными оптическими, физическими и механическими свойствами и высокой радиационной стойкостью. В связи с этим в будущем, при успешном прохождении испытаний, он может стать перспективной альтернативой свинцу и бетону в области защиты от гамма-излучения. Параллельно ученые проводят исследования и других полимеров. «Полимеры — это материалы с плотной структурой, позволяющей лучше противостоять радиации. Так, кроме силикона, можно привести эпоксидную смолу, полиэтилен, поливинилхлорид. Ранее проводились аналогичные работы, где исследовали, например, ту же эпоксидную смолу. В качестве включений в полимер могут использоваться разные мельчайшие частицы — нанопорошки, которые, прежде всего, должны обладать высоким атомным номером. Физики исследовали целую серию возможных вариантов нанопорошков и исключили из них образцы, которые получить слишком дорого или трудно. Затем проверили оставшиеся на соответствие определенным химическим параметрам. В итоге ученые остановились на оксиде цинка, так как его достаточно легко получить в лабораторных условиях. Немаловажно и то, что это вещество не наносит вреда окружающей среде.

На следующем этапе исследования физики установили оптимальное содержание частиц наполнителя, которое максимально эффективно увеличивает радиационно-защитные свойства силикона. Выяснилось, что можно заполнить его нанопорошком на 10–50%. Если добавить большее количество, то у материала будут хорошие защитные свойства, но он начнет быстро разрушаться. Однако пока рано говорить, что именно сочетание силикона с нанопорошком оксида цинка будет лучше других возможных сочетаний, предупреждают ученые. «Этот результат — один из этапов нашего масштабного исследования. В ближайшие год-два мы планируем исследовать более широкий набор материалов, которые могут ослаблять радиационное излучение. Сейчас готовим образцы для экспериментальных условий, уже в действующей атомной станции, конкретно на Белоярской АЭС. Мы планируем там провести измерения образцов защитных материалов, сравнить результаты моделирования, расчетные и экспериментальные. Физик отмечает, что только после исследования ряда других материалов можно будет делать какие-то конкретные выводы о том, насколько более подходящим является определенное сочетание веществ для радиационной защиты. В дальнейшем ученые хотят проверить все подходящие составы путем облучения в реакторе, чтобы исключить вероятность того, что какой-либо химический элемент в составе материала активируется, то есть станет радиоактивным, и образуется дополнительное излучение. В будущем при успешном прохождении всех испытаний ученые смогут получить максимально дешевый и эффективный материал, который будет отличной защитой от гамма-излучения.

В средние века исламский мир был центром научной мысли, находился в авангарде цивилизации, этот период ознаменовался колоссальными достижениями в научной, экономической и культурной жизни. Однако сегодня наука в мусульманском мире сильно отстает. Многие современные мусульманские ученые с большим энтузиазмом пишут о великих научных открытиях и достижениях мусульман, живших в раннюю эпоху, которая в истории именуется как «Золотой Век Ислама». Их труды содержат подробное описание открытий, сделанных

мусульманскими учеными того века, а также великого вклада, внесенного исламским миром того периода в науку. Однако многие из тех, кто пишет о нашем великом прошлом, не ищут причин взлета исламского мира и его упадка, который последовал вслед за головокружительным успехом. Коран поощряет знание. «Аллах возвышает степень тех из вас... которым даровано знание». Знание поощряет и Мухаммад: «Поиск (требование) знания – обязанность каждого мусульманина». Конечно же, если целью жизни мусульманина является почитание Аллаха, то и знание религиозное стоит на первом месте. Исламский восток не знал об образовании до колонизации его Францией и Англией. До Саудовской Аравии жажда к знаниям докатилась и того позже – в середине прошлого века, когда выяснилось какие запасы нефти лежат в недрах страны. Королевство поняло перспективы, которые дает "черное золото", и за рекордно короткий срок реформировало все, в том числе и министерство образования. Вслед за социалистической Сирией и либеральным Ливаном, суннитская страна ввела приказ об обязательном среднем образовании. Более того, страна поощряет выезд лучших учеников за границу для получения специальности. Но, увы, в обществе тенденция обратная. Ислам исконный сам логически исключает естественно-научное знание. Лишь очеловеченный, одухотворенный ислам дал возможность развитию культуры, науки, а следовательно, и образования. Почему? Ответ прост. Вслед за христианской культурой он откликнулся на призыв исследования, а значит, и за призывом Господа к совершенству. Взгляд, обращенный вокруг, приближает человека не к исламскому творцу-деспоту, а к истинному Богу-Любви. Остается лишь надеяться, что призыв этот будет услышан, и страны ислама наконец-то вырвутся из тьмы седьмого века к свету познания природы и самих себя.

Израиль в очередной раз занял лидирующие позиции в рейтинге стран, развивающих научно-технический прогресс мира по версии британской корпорации RS. Рейтинг основан на процентном соотношении количества исследований, зарегистрированных патентов и научных публикаций к численности населения страны. Кроме того, оценивается сумма инвестиций в научно-исследовательскую деятельность от общего ВВП государства. Лидером рейтинга по сумме всех показателей стали США. Израиль занимает второе место, но является мировым лидером по количеству исследователей на каждую тысячу человек населения. Третье место за Южной Кореей, у которой немногим больше объем инвестиций в научно-исследовательскую деятельность, но вот светлых умов в процентном соотношении к численности населения меньше, чем в еврейском государстве.

В рейтинге представлена 41 страна, внесшая в прошлом году свой вклад в общемировой научно-технический прогресс. В первую десятку вслед за лидерами попали Япония, Швеция, Дания, Германия, Финляндия, Швейцария и Австрия. Россия находится на 31-м месте, между Люксембургом и Словакией. Замыкают рейтинг Румыния, Мексика и Чили. Китай лишь в конце второй десятки, но вот по общему числу зарегистрированных инновационных технологий страна является лидером. В среднем, по подсчетам RS, Китай ежегодно регистрирует в 4 раза больше патентов, чем расположившиеся на втором места США и в 40 раз больше, чем все европейские страны вместе взятые.

Исследователи из Израиля разработали новую архитектуру нейросетей, которая превосходит классические сверхточные сети при решении задач, связанных с распознаванием изображений и компьютерным зрением. "Нам удалось показать, что простая архитектура системы машинного обучения, построенная на базе дендритных деревьев, способна лучше классифицировать объекты и изображения, чем это удастся делать многослойным глубинным сверхточным сетям. Это открывает дорогу для создания более эффективных алгоритмов и природоподобных систем искусственного интеллекта", - заявил профессор университета Бар-Илан в Рамат-Гане (Израиль) Идо Кантер, чьи слова приводит пресс-служба вуза.

Профессор Кантер и его коллеги разработали новую архитектуру нейросетей, которая позволит значительно упростить и ускорить их работу. Как отмечают ученые, по своим принципам работы она больше похожа на реальные ткани мозга человека, чем на ныне существующие многослойные сверхточные нейросети, в которых информация последовательно обрабатывается десятками или даже сотнями отдельных наборов нейронов. Израильские математики выяснили, что устройство систем машинного обучения можно радикально упростить, если использовать при разработке нейросетей своеобразные деревья из аналогов нервных клеток, похожих по устройству на дендриты природных нейронов. Система машинного обучения в данном случае организована в виде нескольких "деревьев", состоящих из ветвящихся наборов аналогов нейронов, связанных сразу с несколькими последующими наборами клеток.

Ключевая особенность этих "деревьев" заключается в том, что каждая их ветвь соединена лишь с одним выходом (одним из вариантов окончательного ответа). По словам исследователей, это значительно упрощает и ускоряет расчеты по сравнению с классическими сверточными нейросетями, которые при поиске ответа задействуют огромное число потенциально связанных с ним и не связанных нейронов. Работу этого подхода ученые проверили на стандартизированном наборе изображений из базы данных MNIST, которая традиционно применяется при оценке эффективности систем машинного обучения и компьютерного зрения. Тесты показали, что созданный подход правильно классифицировал 99,07% изображений, что сопоставимо с качеством работы классической нейросети LeNet-5 (99,05%). Создание этой архитектуры нейросетей, как надеются ученые, приведет к разработке специализированных устройств, которые будут максимально быстро просчитывать работу подобных "дендритных" систем машинного обучения. Это позволит снизить затраты энергии на работу искусственного интеллекта, подытожили исследователи.

Израильские ученые подключили антенну саранчи к машине, оснащенной искусственным интеллектом. Такая система способна различать самые тонкие запахи и двигаться на колесах, чтобы найти их источник. Современные роботы неплохо пользуются видеокамерами, датчиками давления, лидарами и другими инструментами для ориентации в окружающем мире. Однако восприятие летучих веществ по-прежнему представляет для них немалую сложность. Максимум, что для этого можно сделать, — установить на борту газоанализаторы, громоздкие и капризные. Между тем такая способность была бы исключительно полезной. Она открыла бы машинам новый канал восприятия окружающего мира, позволила бы лучше вести мониторинг, диагностировать болезни, искать людей под завалами или утечки на промышленном производстве. Все это стимулирует разработки более компактных приборов для анализа запахов — «электронных носов».

Однако израильские ученые пошли альтернативным путем и решили использовать детекторы, позаимствованные у природы. Антенны (усики) членистоногих — органы чувств, которые у разных видов могут отвечать за зрение, слух, осязание, но чаще всего участвуют в работе обоняния. У саранчи их чувствительность настолько велика, что ученые вдохновляются ими при разработке детекторов взрывчатки. Маоз Бен (Maoz Ben) и его коллеги из Тель-Авивского университета использовали антенны саранчи напрямую, удалив один усик у насекомого и подключив к электронной системе колесного робота. Сигнал с обонятельных рецепторов антенны передавался искусственному интеллекту, который обучили распознавать восемь различных запахов, включая ароматы герани, лимона и марципана. Система смогла надежно различать их все. Более того, дополнительные эксперименты показали, что подключенный к усикам ИИ позволяет определять и более тонкие запахи — например, распознавая разные сорта шотландского виски. По словам ученых, такая система в 10 тысяч раз чувствительнее используемых сегодня инструментов.

Колесная платформа позволяет машине не только улавливать запахи, но и реагировать на них. Поэтому в ближайших планах ученых — разработка алгоритмов, благодаря которым робот сможет следовать за нужным ароматом и находить его источник. Это сделает его исключительно полезным для поиска пропавших людей,

утечек из трубопроводов, взрывных устройств, а также множества других практических задач.

Израильская оборонная компания Israel Aerospace Industries (IAI) представила барражирующий боеприпас (одноразовый ударный БПЛА) Point Blank. Беспилотник Point Blank переносится в рюкзаке бойца и может применяться одним человеком. Запуск осуществляется из рук вверх, далее боеприпас переходит в горизонтальный полет. Point Blank обеспечивает высокоточное и разрушительное поражение различных целей, что позволяет небольшому подразделению самостоятельно выполнять разведывательно-ударные задачи без необходимости запрашивать огневую поддержку. Более того, Point Blank может использоваться для разведки или возвращаться к оператору в случае отмены атаки. Посадка, как и взлет – вертикальная, в руки оператора. Point Blank весит около семи килограммов и имеет длину около 91 сантиметра. Боеприпас может летать на высоте до 500 метров с максимальной скоростью до 290 километров в час, способен зависать в воздухе, пока перед атакой не будет подтвержден характер и точное положение цели. Israel Aerospace Industries уже поставила Министерству обороны США первую партию барражирующих боеприпасов Point Blank.

Прорывного результата добились ученые из Израиля. Они создали генетические идентичные клетки с одним лишь исключением — набором половых хромосом. Достижение открывает новые возможности в тестировании экспериментальных лекарств и изучении природы различных болезней. Известно, что болезни и препараты оказывают разное влияние на организм в зависимости от биологического пола, однако выяснить это не всегда удается даже на этапах клинических исследований. В недалеком прошлом мужской организм использовался по умолчанию для изучения болезней и реакции на лекарства. Исследования последнего десятилетия ярко демонстрируют, что такой подход был ошибочным, а различия у мужчин и женщин значительнее, чем считалось. Например, женщины обычно более предрасположены к болезни Альцгеймера и аутоиммунным заболеваниям, мужчины — к раку и инфекциям. Пандемия COVID-19 показала, что мужчины чаще болеют в острой форме, а женщины — развивают длительные симптомы.

Таких примеров множество, поэтому учитывать гендерные различия очень важно. Сегодня этого не позволяют в полной мере сделать даже крупные исследования с большим количеством участников обоего пола. Проблема том, что даже если будет определена конкретная тенденция, например, у женщин, то все равно не получится четко выяснить, кроется ли причина в половых хромосомах или гормональном профиле. Теперь ученые из Израиля предоставили новый инструмент для будущих исследований — генетически идентичные стволовые клетки с разным набором хромосом. Для разработки уникальных клеток они воспользовались биоматериалом мужчины с синдромом Клайнфельтера, при котором у человека появляется дополнительная X-хромосома. Генетические идентичные мужские и женские стволовые клетки получили из образца крови пациента путем преобразования в индуцированные плюрипотентные стволовые клетки.

«Это прорыв в области гендерной медицины. Уникальная модель стволовых клеток приведет к новым открытиям в отношении гендерных различий заболеваний, эффективности и токсичности лекарств, чтобы сделать их адаптированными для

организма мужчин и женщин», — заключил автор исследования Бенджамин Рубинофф. Очевидно, что новая технология улучит изучение природы многих заболеваний, которые уже сегодня обладают гендерными отличиями. Например, ранее было показано, что наиболее распространенное заболевание сердечно-сосудистой системы — гипертония — требует разного лечения в зависимости от пола. В другой работе ученые обнаружили новые важные отличия в особенностях сердца мужчин и женщин, а раньше — причину повышенной восприимчивости женщин к кокаину.

Израильские ученые придумали устройство, которое может спасти летучих мышей от смерти из-за попадания в ветряные турбины. Оно крепится на дрон и генерирует звуковые и световые сигналы, которые дезориентируют животных и заставляют менять траекторию полета. В ходе экспериментов они стали реже появляться в зоне действия стимулов и чаще — под или над квадрокоптером. По мнению авторов, главное преимущество разработки — подвижность, благодаря которой рукокрылые не привыкнут к стимулам. По данным Национального общества Одюбона, ветряные турбины убивают от 140 000 до 500 000 птиц в год только в США. Еще больше — летучих мышей. По некоторым оценкам количество смертей рукокрылых доходит до 888 000 в год. Это происходит не только потому, что они врезаются в гигантские лопасти. Во время работы ветрогенератора за ним образуется зона низкого давления, в которую попадают летучие мыши. Их сосуды слабее, чем у пернатых, они не выдерживают резкого перепада и лопаются. В результате звери умирают от внутреннего кровоизлияния.

Исследователи уже предлагали установить на ветряках, либо на самих лопастях ультразвуковые генераторы. Они мешают животным принимать и интерпретировать свои эхолокационные сигналы и дезориентируют их. Эксперименты подтвердили, что такой способ работает. Однако часто зоны действия отпугивателей не достигают конца лопастей, а звук на высоких частотах быстро затухает в воздухе. Из-за этого летучие мыши все равно могут подлететь слишком близко и попасть в ловушку. Для решения этих проблем исследователи из Тель-Авивского университета и Университета Хайфы под руководством Юваля Вербера (Yuval Werber) разработали передвижную систему дезориентации. Они оснастили мультикоптер светодиодами модулями, которые генерируют яркий мигающий свет и динамиками, которые транслируют сигналы в ультразвуковом диапазоне. В ходе экспериментов ученые запустили беспилотник в израильской долине Хула, которая известна высокой активностью летучих мышей, особенно летом. Пробные испытания прошли вблизи ветряков. Сначала дрон летал на высоте 100 метров, то есть средней высоте лопастей турбины, в течение 10–14 минут. Как визуальные, так и звуковые сигналы транслировались непрерывно, но с различными задержками. Так как дрон при этом постоянно двигался, стимулы не повторялись. Конструкция квадрокоптера и расположение модулей позволили посылать сигналы во всех направлениях, наиболее интенсивные — в плоскости параллельно земле на высоте полета, менее — выше и ниже этой зоны.

Затем исследователи наблюдали за зоной действия стимулов, а это около 400 метров, в течение еще 6–10 минут. Для этого использовали системы акустического наблюдения, наземные радары (для покрытия зоны выше 100 метров) и лидар (ниже 100 метров). Они отслеживали модели полета летучих мышей, и сравнивали их с

обычной активностью. Системы непрерывно записывали данные о ночных полетах нескольких видов рукокрылых на высоте до 500 метров над уровнем земли. Ученые зафиксировали снижение активности ниже высоты полета дрона примерно на 32 процента по сравнению с активностью перед полетом ($p < 0,09$) и на 42 процента по сравнению с активностью сразу после ($p = 0,04$). Исследователи также подтвердили, что животные не адаптируются и не привыкают к динамическому стимулу. По крайней мере, за три недели проведения эксперимента ($p = 0,35$). Исследователи отмечают, что наличие целого парка таких дронов сможет обеспечить развертывание технологии без какой-либо предварительной технической подготовки и планирования. Значит, не приведет к сокращению производства электроэнергии.

Растения дают нам пищу, кислород, радуют глаз, но выработка электричества никогда не числилась в списке их умений. Хотя внутри их клеток происходит естественное движение электронов, которое, теоретически, можно использовать. Ученые из Израиля первыми изготовили из суккулента «биофотоэлемент», работающий на фотосинтезе. Плотность полученных токов достигает 20 нА на кв. см. Во всех живых клетках, от бактерий до растений и животных, происходят биохимические процессы с участием электронов. Это значит, что при наличии электродов клетки могут давать электричество. Прежде таким образом уже изготавливали топливные элементы из бактерий, но микроорганизмы нужно постоянно подкармливать. Поэтому ученые из института Технион решили воспользоваться для генерации тока фотосинтезом.

Обычно в ходе фотосинтеза свет преобразуется внутри клеток растений в кислород и сахар. У некоторых видов растений — например, у суккулентов, произрастающих в засушливых регионах — имеются толстые кутикулы, в которых скапливается вода и питательные вещества. Эта жидкость может выполнять функции электролита. Ученые создали живой фотоэлемент на основе суккулента *Copruscularia lehmannii*. Для этого они вставили железный анод и платиновый катод в кутикулы и обнаружили, что ячейка дает напряжение 0,28 вольт. Под солнечными лучами в электрической схеме плотность токов достигает 20 нА на кв. см. Срок службы живой солнечной ячейки — более одного дня.

Показатели у элемента не такие высокие, как у стандартной щелочной батареи, но и листок-генератор всего один. Предыдущие исследования показывают, что объединение нескольких листков по цепочке может повысить напряжение. Ученые специально сконструировали живую солнечную батарею таким образом, чтобы протоны внутри листьев можно было скомбинировать для выработки на катодах газообразного водорода. Этот водород можно получать и использовать в дальнейших процессах. По словам исследователей, разработанный ими метод способствует появлению устойчивых и чистых энергетических технологий будущего.

Израильская компания по производству искусственного мяса Believer Meats приступила к строительству фабрики в Северной Каролине, которая станет крупнейшим в мире производством культивируемого мяса. Цель Believer Meats — сделать мясные продукты, выращенные в лаборатории, доступными. Наряду с такими стартапами, как Impossible Foods и Aleph Farms, Believer Meats стремится снизить стоимость выращенного в лаборатории мяса, и за последние пару лет сделала несколько шагов в этом направлении. Так, компания открыла первую

фабрику в Израиле и получила инвестиции, позволившие снизить стоимость выращенной в лаборатории курятины до \$1,70 за грудку. Добившись первого значимого успеха, компания стремится застолбить место на одном из ключевых мировых рынков альтернативного мяса — американском. Площадь завода в Северной Каролине составит 18,5 тыс. квадратных метров. После ввода в эксплуатацию предприятие сможет производить не менее 10 000 метрических тонн культивируемого мяса в год.

Чтобы изготовить мясо, клетки собирают у живых животных и обрабатывают ферментами в специальных емкостях из нержавеющей стали, одновременно подпитывая их питательными веществами для размножения и формирования тканей. По словам генерального директора Believer Meats Николь Джонсон-Хоффман, миссия Believer — обеспечить, чтобы будущие поколения могли наслаждаться мясом, «которое мы знаем и любим сегодня». «Начало строительства нашего первого предприятия в США — переломный момент не только для нашей компании, но и для отрасли в целом, поскольку это демонстрирует нашу приверженность планам превратить культивируемое мясо в реальность. Масштабы предприятия — это гигантский скачок вперед в производстве не только вкусного, устойчивого и питательного мяса, но и широкодоступного», — отметила гендиректор компании.

Израильская компания начала поставлять в рестораны растительного лосося, напечатанного на 3D-принтере. Компания Plantish из Израиля надеется изменить пищевую промышленность, в частности то, как мы едим рыбу. Компания надеется, что новая технология, которая уже используется для поставки продукции в рестораны, поможет сохранить популяции рыб. Для своего производства стартап использует растительные компоненты, которые обогащены белками и омега-3 в пропорциях, сопоставимых с настоящей рыбой. Производители отмечают, что их рыба включает все белки и необходимые питательные вещества, но не содержит ртути, микропластика и других загрязняющих веществ, распространенных в океане.

Производство лосося — это только первый шаг на пути к модернизации пищевой промышленности, говорят представители компании. В планах у них — создание всех видов рыбы, которая продается и потребляется в виде филе. По данным Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН, мировое потребление рыбы вырастет со 179 млн тонн в 2018 году до 204 млн тонн в 2030 году. Это изменение окажет существенное влияние на развитие океанов и может создать экологические проблемы при увеличении вылова рыбы. Все началось, когда мы поняли, что наш океан — источник всей жизни на Земле — умирает. Избыточный улов рыбы наносит огромный экологический ущерб нашим океанам, однако спрос на рыбу находится на рекордно высоком уровне и только растет, — представители Plantish в интервью 3D Natives.

Гидрогель FmocFF/HA имитирует внеклеточный матрикс естественной костной ткани. Переломы обычно заживают сами, но большие участки отсутствующей костной ткани часто так и не восстанавливаются. В итоге, пациентам требуется пересадка из других частей тела или от донора. Однако новый гидрогель изменит ситуацию. Его разработали ученые из Тель-Авивского и Мичиганского университетов. Его официальное название — преиммунотензирующий гидрогель на основе фиброзной гиалуроновой кислоты-Fmoc-дифенилаланина (англ.

immunomodulatory fibrous hyaluronic acid-Fmoc-diphenylalanine-based, FmocFF/HA). Fmoc (англ. Fluorenylmethyloxycarbonyl protecting group) — это флуоренилметоксикарбонильная защитная группа, которая используется в органическом синтезе. Особенность гидрогеля в том, что он имитирует как физические, так и химические свойства внеклеточного матрикса в костной ткани.

Внеклеточный матрикс — это поддерживающий материал, окружающий все клетки, и его свойства различаются в зависимости от типа биологической ткани, частью которой он является. В случае костной ткани матрикс имеет жесткую, фибриллярную (волоконистую) структуру. Воспроизводя ее, а также химический состав внеклеточного матрикса, гидрогель FmocFF/HA побуждает клетки из соседней костной ткани мигрировать в нужное место и размножаться. Идея состоит в том, что если гидрогель поместить хирургическим путем в дефект кости, то, в конечном итоге, его полностью заменит новая естественная костная ткань. Его уже проверили в ходе лабораторных экспериментов. Гидрогель использовали, чтобы заполнить отверстия диаметром 5 мм в верхней части черепа крысы. Пустота была слишком большой, чтобы зажить самостоятельно. Дополнительное отверстие в черепе оставили необработанным, для сравнения. Всего ученые использовали 20 крыс. Наблюдая за ними в течение двух месяцев, исследователи отметили, что костные дефекты были полностью устранены в ходе регенерации. В итоге, кости восстановили первоначальную толщину и образовали новые кровеносные сосуды. В контрольной группе такого прогресса не наблюдалось. Это значит, что гидрогель FmocFF/HA действительно работает.

В 1806 году немецкий химик Теодор Гротгус предложил теорию электролиза, ставшую впоследствии известной как механизм Гротгуса. За двести лет многие ученые пытались исправить имеющиеся в ней неточности, но теория продолжала считаться верной. Пока израильские ученые после 17 лет исследований не представили убедительных доказательств новой гипотезы. Так что в следующем издании учебника по химии вместо механизма Гротгуса может уже быть описан механизм Пайнса. В центре проблемы находится вопрос: как протон движется сквозь воду? Группами из трех молекул воды — к такому выводу пришел профессор Эхуд Пайнс из Университета Бен-Гуриона и его коллеги. Аналогичные идеи высказывали и ученые прошлого, однако, по словам профессора Пайнса, они не объяснялись правильной молекулярной структурой гидратированного протона, который по своей уникальной структуре способствует механизму Гротгуса.

«Споры вокруг механизма Гротгуса и природы сольватации протона в воде накопились, поскольку это одна из самых фундаментальных проблем химии. Понимание этого механизма — это чистая наука, которая раздвигает границы нашего знания и меняет одну из самых главных основ одного из самых важных природных механизмов переноса вещества и заряда», — сказал профессор Пайнс. Когда несколько лет назад гипотеза Пайнса подтвердилась теоретическими исследованиями других ученых, большая часть мирового научного сообщества не спешила принять новую модель движения протона в воде. Тогда Пайнс вместе с коллегами из Института Макса Бора (Германия) провел эксперимент снова, на этот раз направив на химическую систему рентгеновские лучи. Результаты подтвердили первоначальные выводы. Рентгеновская абсорбционная спектроскопия измерила действие заряда протона на структуру внутренних электронов отдельных атомов

кислорода воды. Как и было предсказано гипотезой, присутствие протона более всего воздействует на три молекулы воды, каждая из них в различной степени и, вместе с протоном, они формируют цепочки или группы из трех молекул воды с присоединенным протоном.

Сделан еще один шаг к началу коммерческого использования чистой пассажирской авиации. На прошлой неделе израильская компания Eviation провела наземное испытание на рулежной дорожке, а теперь «первый в мире полностью электрический самолет» Alice совершил первый полет. Самолет поднялся на высоту 1067 м, описал круг и приземлился через 8 минут. «Сегодня мы вступаем в новую эру авиации, — заявил президент Eviation Грегори Дэвис. — Теперь люди знают, как выглядит и звучит доступный, чистый и устойчивый электрический летательный аппарат с жестким крылом. Это важная веха приведет к инновациям в устойчивых авиапутешествиях и затронет как пассажирские, так и грузовые перевозки в будущем». Alice должен пройти все необходимые испытания в разных режимах полета и получить сертификаты годности на все системы. Компания надеется, что это произойдет в ближайшие годы, а начало коммерческой деятельности Alice запланировало на 2026-й. За последний год характеристики «Элис» стали менее впечатляющими. Еще в мае 2021 года девятиместный пассажирский самолет был оснащен интересной двигательной системой с тремя пропеллерами и V-образным хвостом, а обещанная дальность полета была 814 км. Теперь хвост стал T-образным, осталось всего два пропеллера, а заявленная дальность снизилась до 463 км. При этом максимальный взлетный вес увеличился с 6,7 тонн до 8,3. Есть и плюсы: максимальная скорость возросла с 407 км/ч до 481 км/ч. Тем не менее, Eviation считает, что тихая, чистая и недорогая в эксплуатации модель обладает преимуществами перед турбовинтовыми или легкими реактивными самолетами ближнего радиуса действия.

Физики из Австрии и Израиля под руководством Ори Каца (Ori Katz) из Еврейского университета в Иерусалиме скомбинировали идею когерентного идеального поглотителя (антилазера) с концепцией вырожденного резонатора. Построенная оптическая система эффективно поглощает свет, падающий на нее под различными углами, а ее работа оказалась устойчивой к типичным помехам оптических линий связи. Поглощение — важная часть любой технологии, использующей свет. Для эффективной работы фотосинтеза, солнечных панелей и детекторов поглощение должно быть максимальным, чего, однако, сложно добиться из-за особенностей электромагнитного взаимодействия, а именно малости константы связи между светом и веществом. Физики пытаются преодолеть эту трудность различными способами. Один из них — структурирование самого материала с целью увеличения его коэффициента поглощения. К успешным примерам такого подхода можно отнести рекордно черные материалы на основе золота или нанотрубок.

Коэффициент поглощения определяет долю захваченного света на единицу толщины материала. Другими словами, для достаточно тонких материалов даже большие коэффициенты поглощения оказываются неэффективны. В этом случае ученые с помощью зеркал пытаются возвращать прошедший через объект свет, чтобы он снова и снова пытался поглотиться. С одной стороны, зеркала должны быть максимально непроницаемы, чтобы эта схема сработала. С другой стороны,

непроницаемость не позволит загнать свет в полость. Выходом из этой трудности стало использование резонаторов. При точном согласовании расстояния между зеркалами и длины волны света, выход из резонатора будет подавлен деструктивной интерференцией. Интерференционные способы усиления поглощения света называют когерентными идеальными поглотителями или антилазерами, из-за того, что принцип их работы можно описать как инвертированную во времени лазерную генерацию. Когерентное поглощение работает не только со светом, но и с другими типами волн, но оно жестко привязано к направлению падающего света и форме его волнового фронта. Чтобы преодолеть эти ограничения учёные под руководством Ори Каца (Ori Katz) из Еврейского университета в Иерусалиме изготовили антилазер с вырожденным резонатором.

Продовольственная безопасность — одна из главных проблем Европы, которая вынуждена полагаться на поставки из других частей света, чтобы обеспечить свое многомиллионное население. Однако теперь биологи под руководством Asaf Tzacyor (School of Sustainability, Reichman University, Israel) показали, как можно решить эту проблему силами всего одной островной страны — Исландии. Европейский союз сильно зависит от импорта богатых белком кормовых культур, таких как соя, для удовлетворения внутреннего спроса: от 75 до 95 процентов сырья поступает из других частей света, что делает жителей Европы уязвимыми перед политическими, климатическими и эпидемиологическими изменениями в мире. Неудивительно, что правительство ЕС считает разработку и введение системы продовольственного самообеспечения своей ключевой задачей.

Новый способ добиться этой цели предложила международная группа исследователей из Израиля, Исландии, Дании и Великобритании: поскольку в Исландии существуют надежные возобновляемые источники электроэнергии (как гидро-, так и геотермальные электростанции), они могли бы обеспечивать работу передовых биореакторов для выращивания спирулины — питательной цианобактерии. После постройки этих реакторов Исландия смогла бы производить сотни тысяч тонн биомассы с высоким содержанием белка (на 100 граммов спирулины приходится 57 граммов белка), обеспечив более 40 миллионов европейцев надежным источником пропитания. При самом осторожном сценарии, где лишь 15 процентов вырабатываемой в стране энергии отдадут на производство спирулины, к 2030 году Исландия сможет полностью обеспечить свои потребности в белке и начать ее экспорт в другие страны — члены ЕС.

Помимо продовольственной безопасности, такая система производства белка выгодна с экологической точки зрения: замена каждого килограмма говядины килограммом спирулины, произведенной в биореакторах, позволит сократить выбросы углекислого газа на 0,315 тонны. В итоге это может привести к сокращению выбросов парниковых газов на 75 миллионов тонн, что составляет 7,3 процента ежеквартальных выбросов парниковых газов в Европе. По словам авторов исследования, разработка такого проекта позволит достичь сразу трех целей: обеспечить продовольственную безопасность, подтолкнуть исландскую экономику и снизить вклад Европы в глобальное потепление.

Выставка Mobile World Congress (MWC) пройдет в Барселоне (Испания) с 27 февраля по 2 марта 2023 года. На протяжении многих лет MWC остается крупнейшим и наиболее влиятельным событием в индустрии связи. Это единственный раз в году,

когда десятки тысяч руководителей ведущих мировых компаний, правительств и организаций собираются вместе, чтобы поделиться своим опытом и познакомиться с мобильными технологиями будущего. На MWC 2023 Израиль продемонстрирует один из своих ведущих технологических секторов в национальном павильоне. Израильский павильон станет высоко-профильной площадкой для 29 высокотехнологичных компаний, которые представят новейшие решения для подключения, сетей базовой инфраструктуры, 5G, AR/VR, IoT и другие дополнительные услуги.

3 жпЯз кыкз г з птдс он пЯжпЯансйд з рйтррсбдмнвн з мсджкдйся (33).

Израиль занимает лидирующие позиции по разработке искусственного интеллекта (ИИ). Согласно данным Национального совета по научным исследованиям и развитию при Министерстве науки Израиля, около 898 компаний вовлечены в сферу этой деятельности, что включает в себя такие направления, как большие данные (big data), машинное обучение (machine learning), интеллектуальные системы и программы и др. Большинство компаний было создано за последние семь лет, а 2016 год побил все рекорды — в этом году было основано 186 стартап-компаний, пишет Мария Двойченкова.

10 израильских компаний в области ИИ, созданных в 1990-х годах, на данный момент считаются старожилками рынка. В их число входит Mobileye, компания, разрабатывающая систему помощи водителю, которая анализирует дорожную среду. В 2017 году Intel приобрела Mobileye за \$15,3 млрд. Интересно отметить, что в 2010 году соучредители Mobileye основали компанию OrCam, которая вошла в список наиболее перспективных, по версии CB Insight. Продукт компании представляет собой гаджет, который крепится к очкам и с помощью встроенной камеры и аудиоинтерфейса позволяет незрячим и слабовидящим людям читать тексты, распознавать лица и предметы.

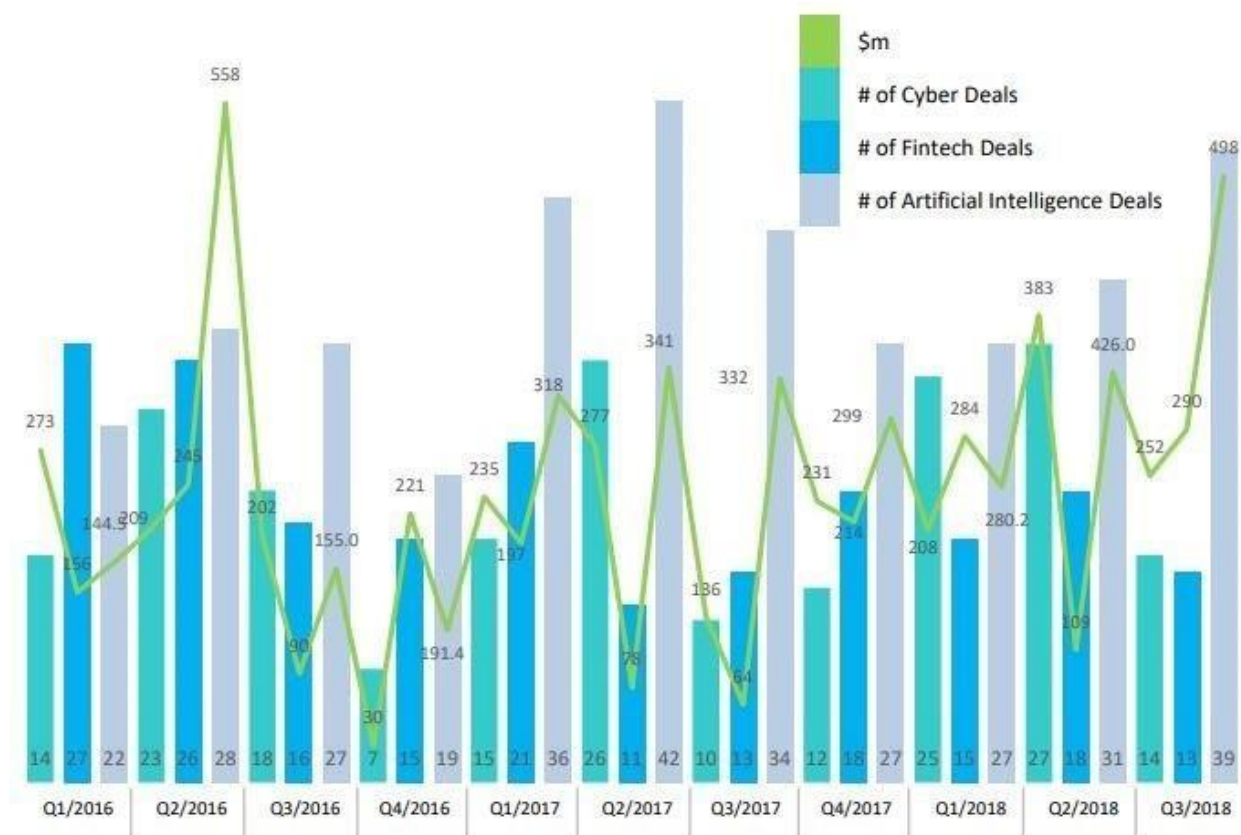
Технологии ИИ не обошли и сферу здравоохранения. Одним из умных медицинских продуктов является стартап Medial EarlySign — система, которая, просто оценив результаты анализа крови, способна выявлять возможные серьезные заболевания у пациентов еще до проявления симптомов. Кроме того, настоящим помощником врачей может стать платформа Zebra Medical Vision, которая анализирует рентгеновские снимки и результаты КТ и МРТ для выявления заболеваний или патологических изменений на ранних стадиях и оценки профиля рисков каждого пациента. Ожидается, что в ближайшие годы и в обороннопромышленном комплексе Израиля произойдет скачок в использовании ИИ. В ЦАХАЛ представили усовершенствованный вариант танка «Меркава-4» — танк с искусственным интеллектом, оснащенный дополнительными компьютерами и шлемом Iron Vision, который за счет технологии дополненной реальности позволит экипажу осуществлять круговой обзор местности, буквально не высовывая голову «за борт».

Мировая автомобильная промышленность также переживает крупные изменения. Одной из основополагающих тем грядущих преобразований является умный транспорт. В Израиле уже сегодня около 450 компаний работают в этой области — разрабатывают системы управления, смарт-датчики и др. С целью стимуляции развития промышленности в сфере беспилотных автомобилей правительство Израиля в 2017 году санкционировало пятилетнюю программу по продвижению умного транспорта в стране. Выделенный бюджет составляет 240 млн шекелей.

По данным IVC, в 2017 году было совершено 139 сделок на сумму \$1,29 млрд; на 23% больше, чем в предыдущем году. Показательно, что инвестиции в ИИ составили почти 20% от общего объема инвестиций в высокотехнологичные отрасли (\$5,24

млрд). За три квартала 2018 года стартап-компании уже привлекли более \$1,2 млрд, что позволяет смело говорить о положительной тенденции инвестиций в данную сферу. Самыми активными инвесторами являются израильская краудинвестиционная платформа OurCrowd, а также венчурные фонды Jerusalem Venture Partners, iAngels, Pitango Venture Capital и Vertex Ventures.

ISRAELI HIGH-TECH CAPITAL RAISING BY # OF DEALS AND \$M IN SELECTED CLUSTERS



Source: IVC-ZAG HT Survey Q3 2 0 1 8

Какова же роль государства в развитии интеллектуальных систем и технологий в Израиле? В 2012 году область изучения ИИ была выбрана правительством в качестве одной из приоритетных. В связи с этим было выделено 4,5 млн шекелей на создание Исследовательского центра искусственного интеллекта при Еврейском Университете. А летом 2018 года Министерство науки запустило программу по поощрению исследований и разработок непосредственно в области ИИ. Финансирование составляет 15 млн шекелей.

Служба общей безопасности Израиля (ШАБАК) задействует искусственный интеллект для борьбы с террором и предотвращения терактов. В технологическом отделе этой секретной организации разрабатывают способы сбора огромного количества данных, их анализа и систематизации при помощи новейших открытий в области искусственного интеллекта. Возможности ШАБАКа в этой сфере превышают аналогичные возможности богатейших всемирных коммерческих корпораций типа Google и Facebook и опережают многие мировые достижения в этой области. Руководитель технологическим отделом информационных систем ШАБАКа, объяснил приглашенным, что между сбором данных и анализом процессов существует прямая связь. "Событие не берется ниоткуда, оно всегда следует за чем-то другим, у любой информации существует

временной и пространственный контекст, - говорит он. - Человек не встает поутру и ни с того ни с сего не отправляется совершать преступление. Человек и его намерения произрастают из событий и связей. Поэтому можно делать довольно точные прогнозы событий, а прогноз - важная часть всего процесса обеспечения безопасности". "У нас нет ни единой системы, в которую не был бы встроен искусственный интеллект, - с гордостью говорит он - ИИ задействован от первичного этапа опознавания фотографии до крупного проекта выявления человека, собирающегося совершить теракт". Самое главное новшество последних лет - появление у искусственного интеллекта способности понимать желания людей. Программисты умудрились разработать искусственный интеллект, который понимает написанные тексты лучше, чем это делают люди.

Как искусственный интеллект это делает? Он прочесывает и считывает миллионы текстов и записей в поисках повторяющихся структур. Если, скажем, почитать, что писалось в сети перед турецким вторжением в Сирию, то искусственный интеллект сможет выявить повторяющиеся структуры и составить формулы, при помощи которых впоследствии можно будет предсказать другое вторжение и заранее о нем предупредить. Тут не надо никакой особой мудрости. Только бесконечное усердие, тщательность и статистика, которая никогда не ошибается.

Технологии развиваются сегодня с бешеной скоростью. Способность собирать и обрабатывать данные усовершенствована настолько, что специалисты в области информации могут научить машины все знать, все понимать и все предсказывать. Некоторые разработчики уже создали механизмы отслеживания изменений душевного состояния человека, другие распознают ложь - и все это лишь по словам. Для отличного результата нужны лишь мощные компьютеры и доступ к огромному количеству данных. Служба общей безопасности инвестирует огромные ресурсы в переориентацию на искусственный интеллект.

Разработка национальной стратегии ИИ, включая его этические аспекты, имеет решающее значение для безопасности Израиля в будущем, говорится в исследовании, опубликованном на прошлой неделе Институтом исследований национальной безопасности (Institute for National Security Studies — INSS). «Правильное управление сферой искусственного интеллекта в Израиле имеет большой потенциал для сохранения и улучшения национальной безопасности», — пишет доктор Лиран Антеби, научный сотрудник INSS, в исследовании, которое было подготовлено при содействии лучших экспертов страны из высокотехнологичной промышленности, оборонного ведомства, правительства и научных кругов.

Исследование под названием «Искусственный интеллект и национальная безопасность Израиля» начинается с предположения, что ИИ в конечном итоге будет иметь решающее значение во всем мире как с точки зрения экономики, так и безопасности, особенно если прогнозы о том, что возможности ИИ когда-нибудь превысят человеческие, окажутся верными. «Искусственный интеллект создаст новую промышленную революцию величайшего размаха в истории», — уверена

журналист Антеби. И это, естественно, приведет к увеличению разрыва между странами с высокими технологическими возможностями и теми, которые остались позади. Она также утверждает, что безопасность Израиля требует разработки реальной политики в области ИИ.

В исследовании INSS подробно рассказывается о многочисленных военных применениях ИИ, как существующих, так и будущих. Одним из примеров являются автономные системы вооружений, такие как роботы и дроны, которые способны самостоятельно искать, идентифицировать и атаковать цели, практически без участия человека. Но революция произойдет не только на поле боя, отмечается в исследовании. Другие примеры включают в себя интеллектуальные системы, способные обрабатывать огромное количество видеоматериалов для автономного определения целей; автономные транспортные средства; рои дронов; улучшенные системы логистики; технологии кибервойны и киберзащиты; планирование, принятие решений, управление и контроль; интерфейс мозгомашин (управление машинами и компьютерами с сигналами мозга человека).

Следовательно, утверждается в исследовании, Израиль должен определить ИИ как стратегическую цель. Чтобы Израиль в этом направлении не оказался в числе отстающих, лица, принимающие решения, должны ознакомиться с этой областью и разработать политику, которая позволит стране справиться с возникающей огромной конкуренцией со стороны других государств и сохранить свое конкурентное преимущество. Основная рекомендация, данная в исследовании, — разработать национальную стратегию, а затем создать агентство для управления её реализацией на основе многолетнего плана, включающего распределение финансовых средств. «Это важное поле не должно отдаваться в руки рыночным силам, — написала Антеби. — Израиль не может позволить себе откладывать разработку национальной стратегии, потому что неудача в этой области вполне может иметь серьезные последствия».

Антеби настаивает на важности создания оперативного агентства — Национальной дирекции по информационным технологиям, с особым упором на интеграцию ИИ в оборонное ведомство. В исследовании отмечается, что многие страны — в первую очередь Китай, США и некоторые европейские государства — уже разработали национальные стратегии ИИ и выделили для них финансирование. В качестве одного из примеров Антеби привела Объединенный центр искусственного интеллекта, созданный министерством обороны США в 2018 году для координации усилий по разработке и применению систем ИИ в обороне. В 2019 году президент США Дональд Трамп подписал указ об американской инициативе по ИИ, целью которой является продвижение технологий ИИ. Минобороны США заявило, что к 2023 году вложит в проекты в этой сфере \$2 млрд.

В исследовании утверждается, что Израиль должен поощрять более широкую интеграцию возможностей ИИ в армию, другие службы безопасности и оборонную промышленность, в таких областях, как кибер-технологии, дроны и разведка. «У Израиля есть сравнительные преимущества в технологических областях, среди

прочего, в беспилотных транспортных средствах и кибертехнологиях, которые являются важными областями обороны. Интеграция их с ИИ в качестве мультипликатора оборонной силы может значительно помочь Израилю в сохранении и укреплении своей национальной безопасности, как с помощью военных средств, так и за счет других экономических и международных результатов», — говорится в документе.

Тем не менее армия и оборонное ведомство не успевают за изменениями в этой области. Это в первую очередь связано с небольшим объемом финансирования оборонного комплекса, предназначенным специально для ИИ, а также с трудностью удержания высококвалифицированного персонала из-за конкуренции со стороны частного сектора. Более того, как отмечает Антеби, в оборонном ведомстве существует бюрократическое сопротивление быстрым технологическим изменениям — проблема, типичная для многих крупных организаций. Это очевидно из того, что она полагается на «унаследованные» системы, которые она использовала в течение многих лет. Такие системы очень сложно заменить. Поэтому рекомендуется создать структурные модели, которые позволят оборонному ведомству идти в ногу с темпами изменений, что потребует от него большей гибкости.

В документе также прописана рекомендация вкладывать средства в обучение персонала и выделять средства, чтобы мотивировать талантливых людей оставаться работать в оборонном комплексе. Кроме того, необходимо обучать людей, не являющихся экспертами в области высоких технологий, чтобы обеспечить понимание и навыки работы с ИИ всех звеньев армейской цепочки командования. Исследование Антеби раскрывает проблему, которая может стать неожиданностью для многих. В частности, оборонное ведомство почти не проводит независимых исследований и разработок, которые создают основу для будущих возможностей. Вместо этого оно полагается на технологии, разработанные коммерческими компаниями и академическими кругами.

В связи с этим оборонному истеблишменту рекомендовано инвестировать больше ресурсов в фундаментальные исследования в целом, и особенно в исследования и разработки в областях ИИ, где Израиль уже имеет конкурентное преимущество. Еще одна рекомендация заключается в создании упорядоченной системы для мониторинга и анализа достижений различных игроков в области ИИ, и поощрения обмена информацией внутри оборонного ведомства.

Перспектива интеграции ИИ в оборонный истеблишмент, естественно, вызывает немало опасений. Все мы знакомы с ужасающими сценариями из научно-фантастических фильмов — умными системами, которые выходят из-под контроля и действуют по своим собственным представлениям. Это вряд ли произойдет в ближайшее время, но исследование действительно предостерегало от слишком быстрой интеграции ИИ в армию без какой-либо способности понимать систему и факторы, которые заставляют его принимать решения.

На примере полиции, а не армии, стало ясно, что существующие технологии распознавания лиц дискриминируют национальные, расовые и т. п. меньшинства. Очевидно, возникают очень тревожные сценарии, если интеллектуальное оружие или разведывательные системы будут запрограммированы с теми же предубеждениями.

В исследовании также обсуждались моральные дилеммы, присущие войне. Было отмечено, что некоторые специалисты считают, что ИИ сможет принимать более правильные и точные решения во время боя, поскольку на него не будут влиять страх, усталость или другие эмоции (например, ненависть), которые влияют на людей. Но другие утверждают, что без человеческих эмоций невозможно принимать правильные моральные решения относительно использования вооруженных сил, например, воздерживаться от нападения на гражданские цели и не применять непропорциональную силу против врага. Заключительным советом, данным в исследовании, стал призыв как можно скорее решить административные и юридические вопросы, связанные с использованием систем ИИ в обороне Израиля.

Израильский опыт и достижения в разработке ИИ привлекают все большее внимание иностранных партнеров, о чем свидетельствует наращивание многопланового сотрудничества на различных уровнях. Такие гиганты, как Intel и Nvidia, уже открыли свои R&D-центры в Израиле. Кроме того, в 2017 году Китайская Академия наук и Хайфский Университет заявили о создании трех центров по изучению искусственного интеллекта в Хайфе, Пекине и Ханчжоу с выделенным бюджетом, равным \$10 млн. В том же году Израиль и Япония подписали соглашение об укреплении двустороннего сотрудничества в сфере ИИ, а в июне 2018 года подобный договор был подписан с Британией. Также Израиль совместно со странами ЕС работает над проектами в данной области в рамках программы «Горизонт 2020». Израильские университеты пытаются удовлетворить спрос на учебные программы в сфере технологий, связанных с искусственным интеллектом, на фоне острой нехватки квалифицированных кадров в быстро развивающемся секторе. В настоящее время в учебных заведениях по всей стране существуют десятки курсов и программ, связанных с искусственным интеллектом, предлагаемых на уровне бакалавриата и магистратуры.

Тем не менее, их все еще недостаточно для удовлетворения спроса. Отсутствие нужного количества преподавателей и программ усугубляет дефицит технических специалистов, который оценивается примерно в 15000 человек.

Катрина Лигетт, доцент кафедры информатики и руководитель новой программы «Интернет и общество» в Еврейском университете в Иерусалиме, говорит, что программы для таких передовых технологий, как искусственный интеллект, еще очень молоды и им нужно время, чтобы пройти период становления. «Люди понимают, что нам нужно обучать следующее поколение не только технологиям, но и взаимодействию между разными сферами, — говорит Лигетт. — По оценкам правительства, число людей, которых мы должны обучить компьютерным технологиям, примерно в 10 раз больше, чем количество доступных сейчас мест во всех университетах, вместе взятых. Существует огромный спрос со стороны правительства, со стороны промышленности и со стороны студентов. Но количество

мест нельзя увеличить за одну ночь, создав факультет с десятикратно большим числом преподавателей. Это настоящая проблема для компьютерных технологий».

В то время как фирмы, занимающиеся искусственным интеллектом, составляют 17% от всех технологических компаний в стране, в 2018 году им удалось привлечь 37% от привлеченного всеми компаниями капитала — 2,25 миллиардов долларов. Продукты, использующие искусственный интеллект, относятся к сферам здравоохранения, кибербезопасности и производства. Start-Up Nation Central также сообщила, что спрос на ученых, занимающихся данными в сфере искусственного интеллекта, за 2012-2017 годы во всем мире вырос на 650%.

Одна из самых успешных израильских фирм, использующих искусственный интеллект, — Mobileye. Она разработала системы помощи водителю и технологии для автономных транспортных средств. В 2017 году Intel приобрела компанию за 15,3 миллиардов долларов, что стало крупнейшей покупкой в сфере высоких технологий в истории Израиля. Профессор Амнон Шашуа, президент и главный исполнительный директор Mobileye, а также старший вице-президент Intel Corporation, говорит, что компания достигла соглашения с Volkswagen о начале тестирования коммерческого такси без водителя в Тель-Авиве в 2022 году. Шашуа уточнил: в то время как на рынке есть много новых инновационных продуктов на основе искусственного интеллекта, нехватка рабочих рук «остра».

«Университеты еще не соответствуют новому типу мышления», — добавляет он, Недавнее исследование, проведенное группой фейсбука «Машинное и глубокое обучение», показало: среднемесячная заработная плата работников в сфере искусственного интеллекта составляет 8830 долларов. В то время как средняя заработная плата в частном секторе Израиля составляет 3000 долларов. То же исследование показало: 51% респондентов имеют диплом выпускника, в то время как у трети (33%) есть только степень бакалавра.

В медицинской промышленности одной из наиболее многообещающих компаний, появившихся в последние годы, является OrCam: она разработала портативные устройства искусственного зрения, призванные помогать слабовидящим ориентироваться в мире и читать тексты. Д-р Йонатан Векслер, вице-президент OrCam по исследованиям и разработкам, говорит, что в настоящее время компания разрабатывает устройство персонального помощника: оно может помочь в широком спектре повседневных задач, включая расшифровку, напоминания о встречах и идентификацию людей в реальном времени. «Теперь неясно, нужно ли нам вообще посещать колледжи, — говорит Векслер. — Есть много бесплатных или почти бесплатных онлайн-курсов, где люди могут учиться самостоятельно». «В OrCam, — продолжает он, — работают несколько человек, которые окончили университеты и академические колледжи, но также есть много людей, которые вообще не имеют высшего образования».

Создатель стартапа «Эмбрионикс» (Embryonics), доктор Яэль Замир — первая женщина из ультраортодоксальной общины, закончившая медицинский факультет в Израиле, и одна из немногих, открывших свое дело в сфере хайтек. Сейчас ей 32 года. И в своей общине, и даже на медицинском факультете ей, решившей стать врачом, не раз приходилось сталкиваться со скептицизмом окружающих. — Я приходила заниматься в библиотеку с двумя своими малышами.

Как-то раз один из профессоров, у которых я училась, подошел ко мне и сказал: «Что вы тут забыли? Здесь не комната матери и ребенка». Два года спустя встретила его и напомнила об этом эпизоде. Он очень смутился и извинился, – рассказывает она.

Сумев прорваться через множество преград, Замир возглавила стартап «Эмбрионикс» (Embryonics). Здесь используют искусственный интеллект, чтобы повысить процент успешных попыток экстракорпорального оплодотворения (ЭКО). В июле 2020 года компания представила свое революционное исследование на конференции по диагностической визуализации с применением методов глубокого обучения в Монреале. Согласно результатам исследования, технология компании способна превзойти ведущих специалистов мирового класса в прогнозировании успеха протокола ЭКО: в выборе наиболее перспективного эмбриона для благополучной беременности – на 20 процентов, в выявлении нежизнеспособных эмбрионов, которые заведомо не приведут к беременности и не подходят для переноса в матку – на 30 процентов.

Сейчас компания «Эмбрионикс» проводит свой пилотный проект в Центре медицинского туризма «Надія» в Киеве. В эксперименте принимают участие 11 женщин в возрасте от 20 до 40 лет, за плечами которых уже несколько неудачных попыток ЭКО. Известно, что шести пациенткам удалось забеременеть, благодаря использованию технологии по выбору эмбрионов, а еще пять участниц пока ждут результатов. Недавно стартап заключил договор с компанией Overture Life, разрабатывающей робота по отбору ооцитов и эмбрионов. Overture Life привлекла 30 млн долларов от инвесторов. Ее гендиректор Мартин Варшавски – учредитель и председатель крупнейшей в США сети клиник вспомогательных репродуктивных технологий Prelude Fertility. Overture будет использовать разработку «Эмбрионикс» в качестве программы, управляющей ее роботом. Система в настоящее время проходит клинические испытания. В компанию «Эмбрионикс» до сих пор было инвестировано около 4 млн долларов. Из них около миллиона – грант от израильского Управления по инновациям. Остальные средства поступили от инвестиционного фонда семьи Шустерманов из Манхэттена и других частных инвесторов.

В Израиле и в среднем по миру доля «детей из пробирки» составляет около 5 процентов от всех новорожденных (в Израиле этот процент неуклонно растет с 1995 года). Но мало кто говорит, что процедура имеет недостаточно высокие шансы на успех – напротив, СМИ и врачи создают иллюзию, будто им удалось превзойти саму природу. Лишь потом женщины на личном опыте узнают, как все обстоит на самом деле, ибо только каждый пятый цикл экстракорпорального оплодотворения заканчивается успешными родами. К тому же на эти попытки, включая бесплодные, уходит немало денег.

– В США правила игры совершенно другие, – поясняет Замир. – Весь рынок – частный. В большинстве случаев медицинская страховка не покрывает процедуры вспомогательных репродуктивных технологий (в отличие от Израиля, где они дотируются государством). Средняя стоимость родов «ребенка из пробирки», если он рожден в результате двух или трех циклов ЭКО, составляет около 66 тысяч долларов. Людям там приходится решать, покупать дом или заводить малыша. Согласно презентации для инвесторов, «Эмбрионикс» рассчитывает закончить 2021 год с

прибылью в 880 тысяч долларов, и затем наращивать успех. Прогноз доходов компании на 2022 год – 6 млн долларов, на 2025 год – около 30 млн долларов.

Путь Замир – первой женщины из ультраортодоксальной общины, получившей полное медицинское образование в Израиле – был тернистым. Она росла в Нетании, в семье инженера и медсестры, репатриировавшихся из России. Яэль была второй из шести детей в семье. Воспитывалась в ультраортодоксальной начальной школе, затем – в семинарии «Бейт-Яаков». Уже в первом классе она заявила преподавательницам, что станет врачом, когда вырастет. Но поскольку в этом обществе подобного прецедента еще не было, педагоги остались уверены, что с годами девочка сама поймет всю несбыточность своей мечты. И в самом деле, закончив школу в 17 лет, Яэль пошла по проторенному пути женщин из ультрарелигиозной общины – поступила на педагогический: родители Яэль опасались, что незамужняя девушка, начав учиться на медицинском факультете... лишится возможности вступить в брак по Галахе! И что, будучи старшей из сестер, она тем самым сорвет будущее сватовство своим младшим сестрам... Правда, потом она пошла в школу медсестер при больнице «Ланиадо». И лишь выйдя замуж, когда жених заявил, что его очень радуют ее устремления – решила идти на медицинский.

Обучение на медицинских факультетах пользуется высочайшим спросом в Израиле, и условия приема на них граничат с нереальными. Для того чтобы только попасть на вступительное собеседование, абитуриент должен представить блестящий аттестат зрелости и психометрический тест с баллом не менее 750-ти. Подобные требования, казалось бы, не оставляли шансов Замир, закончившей ультраортодоксальную школу с неполным аттестатом зрелости. Тем не менее, она сдала и недостающие экзамены на аттестат зрелости, и экзамен по психометрии – настолько успешно, что ей удалось набрать проходной балл.

Замир родила четверых детей, и сама не проходила через процедуры вспомогательных репродуктивных технологий.

– Лаборатория репродуктивной медицины отводит на каждый цикл ЭКО в среднем около 20 часов работы своих сотрудников, – рассказывает Замир. – Решение принимается традиционно методом проб и ошибок, а также на базе субъективной интерпретации методов работы и профессионального опыта эмбриологических институтов. Существуют догматические системы, предписывающие, какой именно эмбрион следует имплантировать, но в разных клиниках они различны. Например, существует процесс объединения клеток под названием Reverse cleavage; если такое произошло с зародышем, одна клиника будет продолжать наблюдение и в итоге может постановить, что зародыш отличный и стоит выбрать его для подсадки в матку. В то же время другая клиника заключит, что зародыш бесперспективный, и забракуют его. Замир сочла, что если сможет освободить процесс отбора зародышей от субъективности, то повысит и уровень точности. И поделилась своей мыслью с врачом в приемном покое.

Этот врач познакомил Замир с человеком, который впоследствии стал ее партнером – Давидом Сильвером, программистом, изучавшим математику и биологию в «Технионе». Сильвер, 33-летний отец троих детей, родился и вырос в Цфате. Он был шестым из семи детей в семье ультраортодоксов литовского направления. Его отец репатриировался в Израиль из США. Семья жила очень бедно,

но отец дал детям возможность учиться. Давид написал свою первую компьютерную программу на языке Бейсик в шестилетнем возрасте.

Он учился в обычных ультраортодоксальных школах и в йешиве «Нахлат-Давид» в Петах-Тикве, а в возрасте 20 лет был принят на элитную программу «Техниона», на которую зачисляют всего 10 кандидатов в год; на собеседовании он прочитал экзаменаторам доклад по квантовой химии – дисциплине, которую изучил самостоятельно! Далее была программа «Майкрософт» в Кембридже, научная работа, публикации в Nature и PNAS. К моменту встречи с будущей женой Давид Сильвер был инженером в Apple, а до того работал специалистом по алгоритмам в Intel. На его имя зарегистрированы пять патентов в области обработки сигналов и компьютерного зрения.

Затем Замир и Сильвер привлекли в стартап третьего соучредителя – профессора Алекса Бронштейна с факультета информатики в «Технионе» (в свое время Сильвер работал под его началом в Intel). Семья его репатрировалась в Израиль из России, когда Алексу и его брату-близнецу Михаэлю было по 10 лет. Любознательность и живой интерес к науке проявились у братьев с детства. Оба учились на факультете электротехники в «Технионе» со стипендией за отличную учебу. Алекс – выпускник Rothschild Scholars Program (специальной элитной программы для особо перспективных студентов). Диссертация Алекса и Михаэля на тему анализа трехмерных фигур послужила основой для стартапа Invision, который впоследствии был приобретен корпорацией Intel. И хотя Михаэль Бронштейн, в настоящее время преподающий в Имперском колледже Лондона, не значится в списке учредителей «Эмбрионикс» – именно ему принадлежит идея инновационной модели, которой пользуется стартап: «геометрическое глубокое обучение».

Классическое «глубокое обучение» базируется на идее самостоятельного обучения компьютера на примерах, вместо программирования компьютера по тем или иным заранее заданным правилам. Алгоритмы глубокого обучения позволяют системе непрерывно совершенствоваться по мере поступления новых данных.

Глубокое обучение способно обрабатывать три вида сигналов – изображения, звуки и тексты – и выявлять отличительные особенности. Это позволяет, например, автономному автомобилю распознать пешехода, кошку или мешок. В то же время, такая система требует большой и кропотливой «закадровой» работы по обозначению элементов, с тем чтобы машина научилась распознавать объект: как выглядит мешок, как выглядит кошка, как выглядит человек в разных ракурсах...

Геометрическое глубокое обучение, в отличие от классического, позволяет обрабатывать множество дополнительных типов сигналов, включая графики и трехмерные фигуры. В упорядочении информации необходимости нет – система способна работать и с неполными данными. Она рассматривает их как точки в пространстве и выражает расстояние между ними с помощью геометрических фигур. Первое практическое применение разработки имело место в компании Fabula AI, учрежденной Михаэлем. Стартап распознал образец распространения лживых новостей. Компания была продана «Твиттеру» в июне 2019 года. А в «Эмбрионикс» модель впервые применена к клиническим данным для разработки медицинских протоколов, составленных индивидуально для каждой пациентки. Речь идет о подборе лекарств, назначаемых женщине во время цикла ЭКО, их дозировке и

режиме приема. В «Эмбрионикс» работают сегодня 15 сотрудников. Цель фирмы – поручить искусственному интеллекту весь процесс принятия решений в ходе программы ВРТ: диагностику, гормональную терапию, разработку протокола, отбор яйцеклеток и другое. На первом этапе, однако, она фокусируется на процессе отбора самых перспективных зародышей для переноса в матку.

Некоторые усилия, направленные на то, чтобы повысить интерес работников к этому сектору, исходят не от израильского правительства, промышленности или научных учреждений, а от организаторов сообщества и самих экспертов в сфере искусственного интеллекта. Амит Мандельбаум, старший специалист по информации в Imubit, и Шуки Коэн, специалист по информации в SimilarWeb, в 2018 году стали сооснователями сообщества JerusML, которое предлагает семинары, встречи и занятия для жителей Иерусалима. Недавно организация впервые провела конференцию JerusML по искусственному интеллекту, в которой приняли участие лидеры отрасли и докладчики со всей страны. Одновременно там же проводилась ярмарка вакансий, позволяющая компаниям встречаться с потенциальными сотрудниками.

«Наше сообщество первым организовало мероприятия по искусственному интеллекту в Иерусалиме, — говорит Мандельбаум. — Израиль входит в первую пятерку стран по развитию искусственного интеллекта и фактически является лучшей страной в мире с точки зрения инвестиций в искусственный интеллект на душу населения». Мандельбаум утверждает: хотя израильское правительство в настоящее время активно инвестирует значительные средства в сектор искусственного интеллекта, оно все еще сталкивается с «огромным дефицитом».

Искусственный интеллект, по его словам, используется в широком спектре видов деятельности, которыми ежедневно занимается большинство людей, — от компьютеров до технологий распознавания лиц, смартфонов и авиации. «Не хватает преподавателей, которые проводят исследования в этой области, а имеющиеся уже заняты с большим количеством студентов-исследователей», — говорит Мандельбаум.

Другой местной инициативой руководит Офер Беркович, бывший заместитель мэра Иерусалима и глава партии «Хиторерут» («Пробуждение»). Беркович недавно запустил программу Jlab, которая объединит иерусалимские компании и специалистов из академических кругов в области искусственного интеллекта, технологий и дизайна. «Лучшие (AI) компании, появившиеся в этом городе, такие как Mobileye и Lightricks, возникли как результат программ исследований, проведенных в Еврейском университете, впоследствии превратившихся в коммерческие предприятия», — утверждает Беркович, добавляя, что нужно прилагать больше усилий для поддержания участия арабского и ультраортодоксального еврейского населения в бурно развивающейся сфере.

По словам профессора Лигетт, которая также специализируется на конфиденциальности и этике в технологиях, оставлять важные процессы принятия решений в руках машины всегда рискованно: «Это фундаментальная проблема, с которой мы сталкиваемся в сфере искусственного интеллекта: любая небольшая сложность, которая теоретически может присутствовать, способна затронуть сотни, или сотни тысяч, или миллионы людей. Небольшая проблема может оказать огромное влияние. И это реальная проблема: как мы можем должным образом

смягчить, обнаружить, перепроектировать и переосмыслить наши цели, если хотим защититься ото всех вещей, которые могут пойти не так в процессе принятия решений».

Те или иные элементы ИИ активно внедряются в жизнь израильтян, охватывая все новые и новые сферы. Немаловажным фактором является то, что развитие ИИ не обделено вниманием со стороны государства, которое стимулирует научно-исследовательскую деятельность в стране. Налаживается и международное сотрудничество. Самое главное — увеличиваются инвестиции. В Израиле проходят обучение большое количество студентов из Китая, надо бы и России использовать ИИ-потенциал Израиля, тем более что около 25% специалистов Израильского Хайтеха владеют русским языком.

Наука и техника США в 2022 году. Часть первая

Лечение COVID-19, реакторы с дешевой энергией типа "искусственное Солнце", новые методы обработки и защиты данных — в этих областях наука уже продвинулась довольно далеко. Один из самых авторитетных технических журналов — MIT Technology Review — опросил специалистов и в феврале опубликовал список самых многообещающих технологий года.

Некоторые из них уже применяются, другие — находятся на стадии успешных экспериментов. 8 из 10 таких технологий создаются именно в США.

Основная часть прорывных исследований проводятся университетами США. В мировом рейтинге QS World University Rankings® 2022, американские университеты занимают 12 мест из первых 30 (40 %), в то время как лучший в России университет МГУ им. Ломоносова занимает лишь 78 место, значительно уступая ETH Zurich (Швейцария) -8 место, National University of Singapore (NUS) и Nanyang Technological University (оба Сингапур) – 11 12 места, и даже Universiti Malaya (Малазия) – 65 место или Universidad de Buenos Aires (Аргентина) – 69 место

К 2035 году США намерены полностью перестроить свои вооруженные силы. Ключевой элемент масштабной программы — проект «Конвергенция». США — страна с самой крупной экономикой. Почти четверть мирового ВВП приходится на Штаты. Для сравнения, у России этот показатель составляет менее 2%. Экономика США столь могучая и масштабная, что даже если бы страной был один из штатов, например, Калифорния, то по ВВП он оставил бы позади Великобританию или Францию, заняв пятое место в мире. За два столетия в Штатах сложилась экономическая модель, ориентированная на научно-техническую составляющую.

Станки и оборудование, немалая часть которого производится за границей; ученые и инженеры, в том числе привлекаемые из других стран, — со всем этим у США полный порядок. Почти половина всех мировых расходов на научно-исследовательскую деятельность приходится на Штаты. Поэтому американская экономика и промышленность имеют возможность быстро диверсифицироваться и подстраиваться под меняющиеся условия мирового рынка. Прогноз для ВВП США на этот год — 22,68 трлн. \$. Американская экономика в полтора раза превосходит китайскую, занимающую второе место (размер ВВП Китая — 13,6 трлн. \$). Для сравнения, Россия возглавляет вторую десятку, пропустив вперед, кроме США и КНР, Японию, Германию, Великобританию, Францию, Индию, Италию, Бразилию и Канаду. ВВП нашей страны — 1,47 трлн. \$, а по прогнозам на 2022 год — \$1,71 трлн.

Научно-технический прогресс в США достигается в основном за счёт исследований и разработок в многочисленных университетах, имы далее рассмотрим эти разработки только за 2022 год. Не малую роль в техническом прогрессе имеют и стартап промышленные компании, так стартап Earthgrid из BayArea заявил, что разрабатывает плазменного бурового робота, который может рыть подземные туннели. Его планируют использовать для перестройки энергетических, интернет-сетей и коммунальных сетей в США. Большинство туннелей, вырытых сегодня, сделали механические роторно-бурильные машины. Это трудоемкий и дорогой процесс, а режущие головки и сверла часто нуждаются в замене или техническом обслуживании. Но можно бурить, не прикасаясь к каменным

стенам, такое оборудование может прокладывать целые туннели без остановки, если это необходимо. Новое устройство может работать только на электроэнергии, поэтому в окружающую среду не попадает никаких выбросов. В Earthgrid утверждают, что это намного быстрее и дешевле, чем делать все механически.

Сейчас Earthgrid работает на предварительном финансировании. Во время работы разработчики поместили несколько плазменных горелок с температурой 27 000 °C на большие диски перед роботом (RBR). Горелки расположены по спирали Фибоначчи, начиная от центра и расширяясь до тех пор, пока не покроют весь диаметр отверстия. Основатель Earthgrid Трой Хелминг планирует воплотить концепцию с использованием 72 плазменных горелок для бурения скважины длиной 1 м. Каждая горелка потребляет минимум 500 кВт, поэтому общая потребляемая мощность — 40 мегаватт. Earthgrid утверждает, что в высокоскоростной конфигурации устройство может прокладывать туннели со скоростью до 1 км в день, что, по его словам, в 100 раз быстрее, чем у существующих буровых установок. Минимальная конфигурация — \$300 за метр туннеля.

Стартап LeoFlight представил инженерный образец LEOSoupe — летающего гиперкара, построенного на полностью электрической платформе. Экспериментальный прототип LX-1 далек от задуманного дизайна и не имеет удобной кабины пилота, но уже выполняет основную задачу — поднимает конструкцию в воздух, используя электродвигатель и 72 пропеллера. До предсерийного образца машина должна быть доведена за несколько лет. Ожидается, что она будет развивать скорость до 400 км/ч и иметь запас хода 480 км. LeoFlight — это технологическая компания, которая вышла из скрытного режима два года назад под брендом Urbane VTOL. Тогда стартап опубликовал несколько рендеров, на которых был изображен аппарат, напоминающий современные гиперкары или машины для гонок Формула-1, но без колесной базы. Представители LeoFlight рассказали, что машина будет работать на тех же принципах, что авиатакси — LEOSoupe сможет подниматься и приземляться без взлетно-посадочных площадок, маневрировать между зданиями и летать без выбросов CO₂.

Позднее LeoFlight перестала общаться с журналистами и публиковать новые данные о своем проекте. Но разработка LEOSoupe не была остановлена. На днях компания сообщила, что за последние четыре месяца построила и запустила сразу три экспериментальных прототипа для тестирования различных систем. Один из них — это дрон ArcSpear с электрическим реактивным двигателем, а другой — инженерный полномасштабный прототип LX-1, о котором компания рассказала чуть подробнее.

Задача этой системы — проверить работоспособность и надежность силовой установки, которая уже включает реактивные двигатели, которые в дальнейшем будут использоваться для скоростных перелетов. По словам основателя и гендиректора LeoFlight Пита Битара, в конечном счете LEOSoupe будет работать всего на 16 электрических роторах большого диаметра. А нынешние 72 пропеллера, каждый размером с небольшой термос, предназначены для испытания технологии взлета и посадки. В дополнение прототип оснащен четырьмя шарнирными опорами с тонкими пневматическими стойками. Последние облегчают посадку — у LEOSoupe не предполагаются колеса или шасси, поэтому гиперкар будет приземляться сразу на нижнюю часть корпуса. Коммерческая версия LEOSoupe получит батарею на 66 кВт*ч,

которая обеспечит запас хода на 480 км, и мощный двигатель для разгона до 400 км/ч. Разработчик планирует собирать свои аппараты небольшими партиями и продавать их частным клиентам. Стоимость LeoSource будет соответствовать премиальным гиперкарам — сейчас компания ориентируется на цену в \$290 тыс. за один eVTOL.

Ученые из Университета Корнелла разработали резиновый деформируемый насос, который имитирует работу сердца и способен обеспечить мягких роботов системой кровообращения. В будущем разработка может применяться не только для роботов, но и для поддержания кровообращения при лечении сердечно-сосудистых заболеваний. Если у роботов будет сердце, то многое может измениться...

У Железного Дровосека сердца не было. У сегодняшних мягких роботов тоже с «сердцами» не все в порядке. Насосы с электропитанием, которые функционируют, как их «сердца», настолько жесткие и громоздкие, что их приходится выносить из «тела» робота, а это крайне неудобно. Исследователи Университета Корнелла предложили механизм, который приводится в действие гидродинамическими и магнитными силами. Он достаточно производителен и компактен, чтобы обеспечить систему кровообращения мягких роботов. Железного Дровосека можно поздравить. Теперь у него все будет хорошо. Подобно людям и животным, мягким роботам нужна система кровообращения для накопления энергии и питания их конечностей при выполнении сложных задач.

Новый эластомерный насос состоит из мягкой силиконовой трубки с проволочными витками (соленоидами), расположенными вокруг ее внешней поверхности. Зазоры между витками позволяют трубке изгибаться и растягиваться. Внутри трубки находится магнит с твердым сердечником, окруженный магнитореологической жидкостью — эта жидкость затвердевает под воздействием магнитного поля, что удерживает сердечник в центре и создает необходимое уплотнение. В зависимости от того, в каком направлении приложено магнитное поле, магнит с сердечником можно перемещать вперед и назад, подобно плавающему поршню, чтобы проталкивать жидкости, такие как вода и эмульсия с низкой вязкостью. Исследователи провели эксперимент, чтобы продемонстрировать, что система может поддерживать постоянную производительность при больших деформациях. Ученые отслеживали различные параметры производительности, чтобы в будущем можно было адаптировать «сердце» для различных типов роботов. А возможно, и не только роботов, но и для человека.

Американский стартап Boston Metal, созданный на базе Массачусетского технологического института, намерен превратить изготовление стали в «зеленый» бизнес. Инженеры предлагают отказаться от производства с помощью угля в пользу более экологичной методики — электролиза расплава оксидов (МОЕ). Эта технология снижает вредные выбросы до нуля, требует меньше ручного труда и может быть масштабирована до уровня крупнейших предприятий. На днях в BostonMetal построили пилотный реактор, который обещает доказать эффективность подхода.

Сталелитейное производство — одна из самых востребованных и вместе с тем самых вредных отраслей промышленности. Как правило, крупные предприятия полагаются на доменные печи, работающие на ископаемом топливе. Эти печи вызывают реакцию, при которой полученный из угля материал — кокс с добавлением извести вступает в контакт с железной рудой. Процесс приводит к тому, что руда

теряет кислород и большую часть примесей, превращаясь в чугун. В нем еще много углерода, доля которого снижается в ходе дальнейшей выплавки, в итоге получается сталь. В результате металлургические заводы высвобождают в больших количествах кислород и углерод, которые уходят в атмосферу в виде выбросов углекислого газа, сообщает MITTechnologyReview.

Boston Metal применяет совершенно иной подход к производству стали. Вместо доменных печей стартап использует крупные реакторы и технологию электролиза расплавленного оксида (МОЕ). Эта система проводит электроэнергию через ячейки, заполненные смесью растворенных оксидов железа вместе с другими оксидами и материалами. Электричество нагревает элементы до 1600 °C, превращая все содержимое в «горячий оксидный суп», рассказали в компании. В дополнение к нагреву, электричество также запускает химическую реакцию, которая удаляет кислород и другие примеси, регулируя уровень углерода. После этого реакторы выводят «зеленую» сталь из своих резервуаров, как и традиционные аналоги. Разработчики отметили, что технология не требует полезных ископаемых, в том числе коксующегося угля, и может быть подключена к возобновляемым источникам энергии, а значит, способна работать с нулевым уровнем выбросов. Первый реактор Boston Metal, размер которого сопоставим со школьным автобусом, будет работать на токе до 25 тыс. ампер. Установка оснащена несколькими анодами и другими традиционным для сталелитейной отрасли атрибутами. Строительство реактора почти завершено, а запуск намечен на август этого года. В первую очередь он будет использоваться для производства ферросплавов, ценных металлов, которые можно производить в процессе электролиза, аналогичном тому, который используется для производства стали. Когда надежность оборудования будет подтверждена, Boston Metal займется масштабированием технологии.

Американская компания Onyx Industries разработала модуль для перемещения четвероногого робота Vision 60 производства Ghost Robotics вглубь. Модифицированный Vision 60 развивает скорость в три зла, сообщает New Atlas. Ghost Robotics уже несколько лет разрабатывает четвероногих роботов и добилась заметных успехов — их первая модель с прямым приводом ног Minitaur, например, умеет лазать по рабице и открывать двери. Другой из четвероногий робот — модель Vision 60 — крупнее, защищен от воды и пыли по стандарту IP67, может переносить разнообразную нагрузку массой до 10 килограмм (в том числе и оружие) и способен передвигаться по сложному рельефу, в том числе преодолевать неглубокие водные преграды вброд.

Теперь компания Onyx Industries разработала для Vision 60 модуль NATU с водяным реактивным двигателем, благодаря чему робот может не только преодолевать брод, но и способен перемещаться вглубь. При погружении в воду Vision 60 поджимает ноги и может плыть со скоростью до трех узлов. Модуль с водяным реактивным двигателем весит 900 грамм, если его запитать от аккумулятора робота, и 1,4 килограмма, если установить отдельный аккумулятор. Собственной батареи NATU хватит на полчаса работы. Представители Ghost Robotics отмечают, что теперь Vision 60 — первый коммерческий четвероногий робот-амфибия.

Американские физики сообщили о том, что они увидели признаки анизотропного вигнеровского поликристалла в пленках арсенида алюминия. Для

усиления эффекта физики прикладывали дополнительное механическое напряжение вдоль одного из направлений. О сжатости вигнеровского кристалла ученые судили по анизотропному поведению дифференциального сопротивления. Представление об электронах, распространяющихся по кристаллической решетке, словно атомы или молекулы в некотором объеме, нашло свое отражение в модели электронного газа. Со временем физики нашли режимы, в которых движение электронов можно описать гидродинамическими уравнениями в рамках модели электронной жидкости. В таких жидкостях недавно обнаружили настоящие электронные водовороты. Следуя такой логике, стоит ожидать, что при каких-то условиях достаточно холодные электроны выстроятся в упорядоченный массив — аналог обычных кристаллов. Такие гипотетические структуры впервые были предложены Юджином Вигнером в 1934 году и потому носят его имя, а первое косвенное обнаружение трехмерных вигнеровских кристаллов датируется 1979 годом. С тех пор физики старались снизить размерность этих структур, чтобы исследовать новые эффекты.

Несмотря на то, что двумерные и одномерные кристаллы Вигнера также были получены, воспроизведение такой экзотической фазы вещества в широком диапазоне материалов до сих пор остается непростой задачей. Например, двумерные структуры образуются только в идеальных бездефектных пленках, внутри которых энергия кулоновского взаимодействия много больше, чем тепловая энергия электронов, а также их энергия Ферми (то есть максимально возможная энергия электронов при абсолютном нуле). В ультрахолодном пределе отношение первой к последней должно превышать 35. Без дополнительных ухищрений вроде наведения муаровой сверхрешетки довольно сложно найти материалы, чьи параметры позволили бы достичь этого значения. К таким веществам относятся пленки из арсенида алюминия, с которыми в Принстонском университете работают Шафаят Хоссейн (Shafayat Hossain) и его коллеги.

Они сообщают, что довели отношение энергий в этом материале до 50 и обнаружили признаки вигнеровского кристалла. Если Boston Metal сможет масштабировать свою технологию и получит достаточное количество возобновляемой энергии для ее функционирования, компания сможет решить одну из самых сложных мировых проблем в области выбросов углерода. Промышленные сталеплавильные предприятия выбрасывают около двух тонн углекислого газа на каждую тонну произведенной стали и, таким образом, формируют около 10% от мировых выбросов CO₂ (в 2021 году в мире было произведено 1950,5 млн тонн стали и объемы производства с каждым годом растут). При этом отказаться от этих заводов невозможно — металлы используются практически во всех областях, от пищевого сектора до аэрокосмической отрасли.

Исследователи из Калифорнийского университета в Лос-Анджелесе (США) разработали первую в своем роде дорожную карту, в которой подробно описано, как стволовые клетки становятся сенсорными интернейронами — клетками, которые обеспечивают такие ощущения, как прикосновение, боль и зуд. Открытие поможет в будущем разработать клеточную терапию для восстановления чувствительности у людей с травмами спинного мозга. Сенсорные интернейроны — это класс нейронов в спинном мозге, которые отвечают за передачу сенсорной информации со всего тела в центральную нервную систему. В 2018 году лаборатория Саманты Батлер,

профессора нейробиологии и старшего автора данного исследования, стала первой группой, создавшей сенсорные интернейроны из эмбриональных и индуцированных плюрипотентных стволовых клеток человека.

Тогда ученые выяснили, как производить только некоторые подтипы этих важных клеток. Новая же работа раскрывает, как можно превратить стволовые клетки – пока что только клетки мышей – в любой из шести подтипов сенсорных интернейронов. Каждый подтип передает информацию о разных ощущениях, таких как прикосновение, давление, растяжение, боль, зуд и тепло. Исследование показало, что клетки, созданные с помощью опубликованной схемы, генетически и молекулярно неотличимы от своих реальных аналогов в организме – а это значит, что, скорее всего, у них будут те же сенсорные функции.

Команда также определила уникальные маркеры на клеточной поверхности каждого из шести подтипов, что позволит ученым изолировать чистые популяции этих различных сенсорных интернейронов, полученных из стволовых клеток или полученных из организма. Внося изменения в эти протоколы, ученые могут успешно генерировать большое количество сенсорных интернейронов, которые потребуются для клинических приложений. В настоящее время команда пробует повторить результаты работы на человеческих клетках. По словам ученых, если они смогут выявить все подтипы сенсорных интернейронов человека, это откроет новый важный путь для изучения нарушений сенсорной обработки. И тогда можно будет разрабатывать и тестировать новые лекарства, и, более того – создать терапию на основе стволовых клеток, которая восстанавливает чувствительность у людей с травмой спинного мозга.

Разработка, которую назвали EarIO, использует сонар, чтобы считать выражение лица пользователя и воссоздать его на цифровом аватаре. Инженеры из Корнеллского университета разработали новое носимое устройство, которое состоит из наушников, микрофона и динамика. Его можно подключить к любой гарнитуре. Каждый динамик испускает звуковые импульсы в сторону лица человека, они находятся за пределами слышимости человеческого уха, поэтому нет никаких посторонних звуков. Дальше микрофон улавливает полученные эхо-сигналы. После этого на экране появляется аватар, который на основе полученных данных воспроизводит выражение лица пользователя.

Команда протестировала систему EarIO на 16 участниках. Алгоритм запустили на обычном смартфоне. Устройство могло воспроизводить выражения лица так же хорошо, как и обычная камера. Фоновые шумы, такие как ветер или разговоры, не мешали его работе. По словам команды, у локатора есть несколько преимуществ по сравнению с камерой. Для обработки акустических данных требуется гораздо меньше энергии и вычислительной мощности, а значит устройство может быть меньше и легче. Кроме этого, камеры фиксируют огромное количество других личных данных, которыми пользователь, возможно, не собирается делиться, поэтому сонар — это более приватное устройство.

С помощью генной инженерии американские ученые взломали мозг плодовых мушек. Они использовали магнитные сигналы для активации целевых нейронов головного мозга. В перспективе эту же стратегию планируется применить для лечения неврологических расстройств, она должна обеспечить эффективную терапию без хирургических вмешательств. Более того, эта же технология, считают

ученые, может быть в будущем применена для прямой связи между мозгом и компьютером — без операций на мозге и интеграции в него микрочипов. Группа исследователей из США разработала беспроводную технологию для удаленной активации определенных цепей головного мозга менее чем за секунду, сообщается на сайте Университета Райса. Многообещающие результаты эффективности новой терапевтической концепции получены в рамках экспериментов с плодовыми мушками.

Сегодня многие ученые стремятся найти инструменты, которые были бы точными и одновременно минимально инвазивными для лечения неврологических расстройств. Целевое дистанционное управление нейронами с помощью магнитных полей считается святым Граалем нейротехнологий и может изменить принципы лечения в будущем. Ученые показали, что их технология активирует нейронные цепи примерно в 50 раз быстрее по сравнению с любой другой из ранее существующих. «Мы добились этого благодаря идее использования нового ионного канала, чувствительного к скорости изменения температуры», — объяснил автор работы Яков Робинсон. Сначала ученые применили генную инженерию для экспрессии теплочувствительных ионных каналов в нейронах, контролирующих поведение плодовых мушек. Затем после активации магнитного поля наночастицы преобразовывали магнитную энергию в тепло, активируя целевые нейроны. В результате плодовые мушки меняли положение тела менее чем за полсекунды. «Чтобы достичь естественной точности мозга, нам нужно уменьшить время отклика до нескольких сотых долей секунды», — объясняет Робинсон. В перспективе их технология может обеспечить простое лечение неврологических расстройств, а также стать решением для прямой связи между мозгом и компьютером.

Спустя несколько недель исследователи проверили память животных и обнаружили, что мыши, все еще помнившие этот навык и без труда справлявшиеся с задачей, демонстрировали повышенную активность в тех же самых нейронах, которые впервые идентифицировали и поместили в период обучения. Значит, именно эти нейроны составляют энграммы памяти и ответственны за формирование навыка. Более того, ученые в реальном времени наблюдали, как «энграммные нейроны» перепрограммируют себя по мере обучения грызунов. Так, эти нейроны моторной коры обзавелись новыми входными синапсами (местами контакта между двумя нейронами), через которые принимается информация об успешности выполнения движения для его корректировки, и сами сформировали новые выходные связи в отдаленной области мозга, называемой дорсолатеральным полосатым телом (ДПТ). Это ключевая область головного мозга, через которую нейроны энграмм могут осуществлять контроль над движениями животного. Таким образом, исследователи впервые наблюдали создание новых синаптических путей на одной и той же популяции нейронов — как на входном (в первичной моторной коре), так и на выходном уровне (в ДПТ).

Еще один важный вопрос, на который попытались ответить ученые, заключался в следующем: требуется ли активация лишь определенных энграммных нейронов для выполнения уже выученных двигательных задач. Подавляя активность нейронов, которые идентифицированы как часть энграммы памяти моторной коры, авторы работы убедились, что мыши все же способны выполнять поставленную

двигательную задачу. Следовательно, двигательные воспоминания не только крайне рассредоточены, но и весьма избыточны, что позволяет лучше сохранять воспоминания даже при потере части нейронов сети. По словам исследователей, раз за разом повторяя изученные навыки, мы постоянно развиваем моторные энграммы, создавая новые синоптические связи, совершенствуя навык и укрепляя память о нем. Это как раз то, что подразумевается под термином «мышечная память» — избыточная сеть двигательных энграмм, используемая так часто, что связанный с ней навык кажется автоматическим (езда на велосипеде, игра на фортепиано и гитаре, катание на коньках).

Именно постоянное повторение считается одной из главных причин устойчивости мышечной памяти к забыванию. В дальнейшем ученые планируют выяснить, служит ли болезнь Паркинсона результатом блокировки этих моторных энграмм или их полной потери. В первом случае пациенты должны иметь возможность улучшить свои двигательные способности, практикуя и укрепляя мышечную память. Однако если болезнь разрушает моторные энграммы и препятствует созданию новых — путем воздействия на нейроны моторных энграмм и их синаптическую связь, наблюдаемую в новом исследовании, — то для эффективного лечения придется использовать совершенно иной подход.

Суперкомпьютер Frontera в Техасском университете помог ученым понять, как происходит заражение вирусом ВИЧ-1. Frontera помог создать первые реалистичные модели капсида ВИЧ-1 вместе с белками, водой, генетическим материалом. «Нам удалось найти уязвимость в капсиде вируса ВИЧ-1 с помощью масштабных симуляций и анализа, который мы провели», — сказал Грегори Вотх, почётный профессор Чикагского университета. Исследователи использовали экспериментальные данные и разработали полноатомное моделирование молекулярной динамики капсида ВИЧ-1. Моделирование состояло из 100 млн атомов. На полученном изображении видно бороздки, они появляются в процессе напряжения и деформации. По ним можно понять, где белковая решетка сжимается или расширяется. Такие исследования помогают создать лекарства, которые работают по оптимальной стратегии и воздействуют на слабые места вируса.

Исследователи из Медицинской школы Университета Уэйк-Форест (США) обнаружили возможный новый подход к лечению солидных опухолей — с помощью новой наночастицы. В опухолях, пролеченных с помощью противораковой терапии, высок уровень аденозинтрифосфата (АТФ) — молекул-носителя энергии. Они быстро расщепляются до аденозина некоторыми ферментами, которые в высокой степени экспрессируются в опухолях. Присутствие аденозина в микроокружении опухоли может способствовать плохому ответу на терапию. Такое соединение, как ARL67156, может выключить действие ферментов, расщепляющих АТФ. Но это соединение не может самостоятельно проникать в солидные опухоли. Новые наночастицы для доставки ARL67156 позволяют избирательно накапливать и высвобождать ARL67156 в таких опухолях.

Наночастицы были протестированы на нескольких моделях опухолей у мышей — и выживаемость грызунов повысилась. Исследователи проверили, как наночастицы работают в сочетании с антителами против PD-1, распространенной иммунотерапии. Исследователи отметили, что лечение работало хорошо и синергично с терапией. Ученые оценили свою разработку в трехмерной модели

опухолей *invitro* у пациентов с раком толстой кишки или молочной железы. Наблюдались аналогичные эффекты — опухолевые клетки были более восприимчивы к терапии. Такие наночастицы потенциально могут использоваться для лечения рака человека, а также могут повысить эффективность существующих методов лечения, отмечают авторы работы. Солидные опухоли — опухоли, которые развились не из клеток кроветворной системы. Эти образования заполнены тканью и покрыты твердой оболочкой (отсюда и название: *solid* с английского — «твердый, плотный»). Обычно они появляются при раке груди, головы, шеи, толстой кишки.

Исследователи из Университета штата Северная Каролина и Университета Пенсильвании разработали мягких роботов, которые могут перемещаться в сложных условиях, например, лабиринтах, без помощи людей или компьютерного программного обеспечения. Роботов сделали из жидкокристаллических эластомеров в форме скрученной ленты. Внешне это похоже на макароны ротини. Когда вы помещаете ленту, из которой сделаны роботы, на поверхность с температурой не менее 55 °C, то часть ленты, сжимается. Так устройство может перемещаться. Авторы отмечают, что ранее такую конфигурацию уже использовали для создания роботов, но теперь удалось сделать так, чтобы они обходили препятствия, а не застревали на них. Ленточный робот делает это двумя способами. Во-первых, если один конец ленты сталкивается с объектом, лента слегка поворачивается, чтобы обойти препятствие. Во-вторых, если центральная часть робота сталкивается с объектом, то происходит щелчок. Это быстрое высвобождение накопленной энергии деформации, в результате лента подпрыгивает и переориентируется перед приземлением. Возможно, это потребует сделать несколько раз, прежде чем преодолеть препятствие.

В каком-то смысле это очень похоже на роботы-пылесосы. За исключением того, что новый мягкий робот использует энергию из окружающей среды и работает самостоятельно. Исследователи провели эксперименты, в которых показали, что лентообразный мягкий робот может перемещаться в разных лабиринтах. Они также показали, что мягкие роботы будут хорошо работать в условиях пустыни, так как легко поднимаются и спускаются по рыхлому песку.

Исследователи создали самособирающиеся микросхемы для молекулярной электроники, состоящие из резисторов и диодов на основе белка. Описание разработки опубликовано в *Nature Communications*. Химики Райан Чиечи и Ксинкай Цю из Университета штата Северная Каролина использовали два разных типа фуллеренов (молекулярных замкнутых многогранников из углерода). Эти клетки были помещены на золотые подложки и опущены в раствор первой фотосистемы хлоропластов. Ученые показали, что различные фуллерены побуждали белки первой фотосистемы к самосборке на поверхности в определенных формах, создавая диоды и резисторы. Сверху для завершения схемы были напечатаны контакты из жидкометаллической эвтектики галлий-индий. «Там, где нам нужны были резисторы, мы наносили один тип фуллерена на электроды, на которых самостоятельно собирается первая фотосистема, а там, где нам нужны были диоды, мы наносили другой тип. Ориентированные белки фотосистемы I выпрямляют ток — это означает, что электроны движутся только в одном направлении», — говорит Чиечи.

Эти белки рассеивают волновую функцию электронов, опосредуя туннелирование способами, которые до сих пор полностью не изучены. В результате,

несмотря на толщину 10 нм, эта схема работает на квантовом уровне, функционируя в туннельном режиме. И поскольку мы используем группу молекул, а не отдельные молекулы, структура стабильна. На самом деле мы можем печатать электроды поверх этих схем и создавать устройства, – Райан Чиечи, профессор химии из Университета штата Северная Каролина, соавтор исследования.

Для демонстрации своей разработки химики создали простые логические элементы И/ИЛИ на основе диодов и включили их в импульсные модуляторы, которые могут кодировать информацию, включая или выключая один входной сигнал в зависимости от напряжения другого входа. Логические схемы на основе белков первой фотосистемы могли переключать входной сигнал с частотой 3,3 кГц. Это, как отмечают исследователи, хотя и не сравнимо по скорости с современными логическими схемами, является одним из лучших результатов для молекулярных схем. Ученые полагают, что эти схемы на основе белков могут привести к разработке электронных устройств, которые улучшат, заменят или расширят функциональность классических полупроводников.

Исследователи из Техасского университета A&M использовали разработанную ими структуру оптимизации, которая может определять оптимальные параметры процесса печати для достижения бездефектной структуры и конкретных свойств материала. Используя эту структуру, а также изменение состава сплава и усовершенствованные параметры печати, исследователи изготовили никель-титановые детали, которые постоянно демонстрировали сверхэластичность при растяжении при комнатной температуре на уровне 6% в состоянии после печати (без термообработки после изготовления). Как отмечают исследователи, этот уровень почти вдвое превышает ранее описанный рекорд для 3D-печати.

Ученые рассказывают, что такие свойства были достигнуты за счет устранения пористости и трещин, возникающих в процессе печати. Авторы использовали оптимизированные параметры обработки, тщательно подобранный процесс испарения никеля из богатого никелем порошка NiTi и контроль содержания кислорода в камере печати. «Сплавы с памятью формы — это умные материалы, которые могут запоминать свою форму при высоких температурах, — объясняет Лэй Сюэ, один из авторов — Хотя их можно использовать по-разному, изготовление сплавов с памятью формы сложной формы требует тонкой настройки, чтобы материал проявлял желаемые свойства». Исследователи отмечают, что возможность производить с помощью 3D-печати сплавы с памятью формы и повышенной сверхэластичностью снизит стоимость и время производственного процесса.

Ученые надеются, что в будущем их открытия приведут к более широкому использованию печатных никель-титановых сплавов с памятью формы в биомедицинских и аэрокосмических приложениях.

Управление перспективных исследовательских проектов Министерства обороны США (DARPA) выступило с предложением о проведении следующей фазы испытаний экспериментального космического аппарата на атомной энергии. Новый этап проекта DRACO, стартовавшего больше года назад, будет посвящен разработке, изготовлению и сборке ядерного ракетного двигателя. В прошлом апреле DARPA объявила о начале программы DRACO (опытной ракеты для околотунных полетов), в рамках которой планировала испытать технологию ядерного ракетного двигателя, то есть использовать ядерный реактор, чтобы разогреть ракетное топливо,

создающее тягу. В качестве подрядчиков были выбраны две компании: военно-промышленная корпорация Lockheed Martin и космическая компания Джеффа Безоса Blue Origin. Разработкой ядерного реактора занялась General Atomics.

Конечная цель проекта — отправить атомный космический корабль на околоземную орбиту в 2025 или 2026 году. По мнению DARPA такая технология позволит преодолевать огромные расстояния и выполнять быстрые маневры, которые не под силу современным химическим и электрическим двигательным установкам. Ядерный двигатель «способен достичь высоких показателей тяговооруженности, сопоставимых с космическими химическими двигательными установками и приблизиться к высокой топливной эффективности электрических систем», сказал Нейтан Грейнер, руководитель программы DRACO. Теперь, когда первая фаза программы подходит к концу, DARPA приступает ко второй — проектированию, разработке, изготовлению и сборке ядерного ракетного двигателя.

Используя кристаллы закиси меди, ученые получили ридберговские поляритоны рекордных параметров. Эти квазичастицы могут стать основой квантовых вычислителей, однако кристаллы требуемого качества оказалось возможным отыскать только в природе. На первый взгляд оксид меди (I) Cu_2O , или закись меди, довольно обычное вещество, особенно хорошо знакомое тем, кто имеет дело с электричеством. Он образуется при окислении меди в условиях недостатка кислорода. Эта матовая рыжеватая пленка на проводе, вместе с запахом горелой проводки — верный признак того, что провод перегрелся и потерял изоляцию, и в электрической схеме что-то не так. Однако если вырастить из этого соединения монокристалл, лягушка превращается в принцессу. Закись меди является полупроводником, который можно использовать для создания солнечных батарей и электронных компонентов.

Но самое интересное — оптические свойства закиси меди, благодаря которым ее монокристаллы способны порадовать и ювелиров, и физиков. Свет определенных длин волн активно взаимодействует с атомами меди и кристаллической решеткой Cu_2O , распространяясь по ней, что приводит к необычным и полезным эффектам. Физики из Сент-Эндрюсского университета под руководством Хамида Охади (Hamid Ohadi), в сотрудничестве с учеными из Гарвардского университета, Университета Маккуори и Орхусского университета сумели получить в монокристалле закиси меди ридберговские поляритоны с рекордными параметрами. Чтобы объяснить суть их достижения и встреченные ими сложности, сначала расскажем о том, что такое квазичастицы и какое место среди них занимают ридберговские поляритоны.

Физики из MIT показали, что кубический арсенид бора — лучший из известных полупроводников, так как кубический арсенид бора решает две основных проблемы кремниевых полупроводников. Теплопроводность этого материала в 10 раз больше, чем у кремния, при этом арсенид бора демонстрирует высокую подвижность не только для электронов, но и для дырок. Арсенид бора показал все качества необходимые для хорошего полупроводника, заявили ученые. В предыдущих исследованиях они показали, что арсенид бора имеет очень хорошую ширину запрещенной зоны и высокую теплопроводность. В новой работе они изучили подвижность электронов и дырок, квазичастиц с положительным зарядом, формирующихся на месте электрона, перешедшего на соседний атом. Результаты исследования показали, что подвижность и электронов, и дырок в новом материале

превосходит аналогичные характеристики у кремния. Ученые отмечают, что электронные свойства кубического арсенида бора первоначально были предсказаны на основе квантово-механических расчетов функции плотности. Эксперимент полностью подтвердил расчеты.

Это важно, потому что, конечно, в полупроводниках у нас есть как положительные, так и отрицательные заряды в равной степени. Итак, если вы строите устройство, вам нужен материал, в котором и электроны, и дырки движутся с меньшим сопротивлением, — Ган Чен, профессор Массачусетского технологического института, соавтор работы. Кремний — один из самых распространенных элементов на Земле, и в чистом виде этот материал стал основой многих современных технологий, от солнечных элементов до компьютерных чипов. Но его свойства как полупроводника далеки от идеальных, отмечают авторы работы. Хотя он легко пропускает электроны через свою структуру, он гораздо менее приспособлен к «дыркам». Кроме того, кремний не очень хорошо проводит тепло, создавая проблемы с перегревом. Ученые отмечают, что новый материал потенциально способен заменить кремний. Но сначала требуется разработать дешевые способы качественного производства этого материала. Кроме того, нужно оценить ряд других свойств арсенида бора — например, как хорошо он будет работать в долгосрочной перспективе.

Ученые США разработали беспроводной биохимический датчик, который анализирует показатели здоровья на основе пота. Устройство работает без батареек. Ученые из Университета штата Огайо представили безбатарейный беспроводной биохимический датчик, определяющий уровень сахара в крови во время физических упражнений. Исследователи предлагают использовать такие датчики для изучения большого количества биомаркеров здоровья. Устройство сделано из сверхтонких материалов. Такой дизайн делает его очень гибким, защищает функциональность прибора и обеспечивает безопасный контакт с кожей человека. Биосенсор фиксируется на груди как ожерелье. Прибору не нужна батарейка. Для работы он использует резонансный контур, отражающий радиочастотные сигналы, посылаемые внешней системой считывания. Ученые протестировали работу устройства на серии добровольцев. Участники эксперимента выполняли упражнения на велотренажерах, а в перерывах пили подслащенную воду. Исследование показало, что датчик корректно определяет изменение уровня глюкозы в крови на основе небольшого количества пота.

Биомаркеры — это вещества, которые могут раскрывать самые сокровенные тайны тела, говорят авторы работы. В жидкостях организма человека, включая пот, слезы, слюну и мочу, можно найти все, что угодно — от болезней, инфекций до свидетельств эмоциональной травмы. В дополнение к анализу состава пота, исследователи полагают, что этот датчик можно использовать как биоимплантат для обнаружения нейротрансмиттеров и гормонов. Это поможет выявить, например, ионные нарушения в спинномозговой жидкости, связанные со вторичным повреждением головного мозга, и узнать больше о внутренних процессах в организме человека. Мы надеемся, что в конечном итоге эти датчики можно будет легко интегрировать в наши личные вещи. Кто-то будет носить ожерелье, кто-то — серьги или кольца. Мы считаем, что эти датчики можно поместить во что-то, что мы

все носим, и это поможет нам лучше отслеживать наше здоровье, – Цзинхуа Ли, соавтор исследования из Университета штата Огайо.

Исследователи разработали новую технологию, которая позволит печатать древесину на 3D-принтере. Команда из Массачусетского технологического института добилась прорыва в технологии, которая позволит печатать из древесины мебель и другие предметы. Древесина может быть возобновляемым ресурсом, но люди расходуют ее гораздо быстрее, чем восполняют. Обезлесение оказывает серьезное влияние на дикую природу и усугубляет последствия изменения климата. Поэтому исследователи решили создать альтернативный подход к производству товаров из дерева. Последние несколько лет ученые занимаются тем, что пробуют выращивать древесину в лабораторных условиях. Не настоящее дерево, а древесину. Этот процесс похож на выращивание клеток животных для производства мяса.

Теперь команда ученых из Массачусетского технологического института продемонстрировала новую технологию, которая позволяет выращивать древесный растительный материал в лаборатории. У него можно легко настраивать такие свойства, как вес и прочность, по мере необходимости. Идея заключается в том, что можно выращивать эти растительные материалы сразу в той форме, которая нужна. Это минимизирует количество затраченной энергии и отходов. Сначала команда выделила клетки из листьев растения *Zinnia elegans*. Затем эти клетки культивировали в жидкой среде в течение двух дней, прежде чем перенести в более густую среду на основе геля. Этот материал содержал питательные вещества и два различных растительных гормона, уровни которых можно было регулировать, чтобы настроить физические и механические свойства материала. Затем команда использовала этот гель как материал для печати на 3D-принтере. Спустя три месяца из субстанции полностью испарилась влага и он стал похож на настоящую древесину. Цель работы состоит в том, чтобы отработать новую технологию и использовать ее для производства товаров из дерева. Это поможет сократить масштабы вырубки и процесс обезлесения.

Морские раковины отличаются высокой прочностью благодаря уникальной структуре перемежающихся органических и неорганических слоев. Неорганика обеспечивает жесткость, органика служит клеем, пружинит и предотвращает образование трещин. Специалисты Сандийской Национальной лаборатории при Министерстве энергетики США воспользовались той же структурой и разработали новый материал, из которого можно шить надежные и легкие защитные костюмы для работников атомных станций или космонавтов. При этом стоимость материала примерно в 1500 раз дешевле существующих аналогов. Новый материал состоит из слоев органического технического углерода, полученного из жженого сахара, а в качестве неорганики выступает кварц. Сырье простое и дешевое, но благодаря правильно подобранной структуре материал оказывается не только прочным, но и чрезвычайно легким — всего несколько микрограмм на слой. Твердость нового материала составляет свыше 11 ГПа, а модуль упругости — 120 ГПа. Также он обладает выдающимися показателями жаростойкости — точно выдерживает более 1150 °C, а по прогнозам, должен пережить и 1650 °C.

Не менее важно, с практической точки зрения, что этот материал невероятно дешев в производстве: 5 кв. см стоят всего 25 центов, а не сотни долларов, как такой же по размеру кусочек бериллия, наиболее схожего по механическим и тепловым

свойствам материал. Вдобавок, производство материала наносит относительно небольшой вред окружающей среде, требуя только этанола в качестве дополнительного сырья. Уникальные свойства разработки означают, что защитные костюмы и скафандры из такого материала смогут не только защищать от жара и ударного воздействия, но и будут меньше стеснять движения, а малый вес позволит повысить экономическую выгоду полетов в космос. Также его можно использовать для защиты оборудования для научных экспериментов.

Роботизированные суставы сделают будущие скафандры более удобными. Конечная цель ученых — интегрировать мягкие роботизированные приводы в самовосстанавливающийся костюм со встроенными датчиками. Инженеры Техасского университета A&M под руководством Аны Диас Артилес разрабатывают технологию мягких роботов. Она сделает будущие скафандры SmartSuit для исследования планет более безопасными, удобными и энергоэффективными для космонавтов.

Сегодня у космонавтов есть выбор из двух видов скафандров. Одним из них является группа летных костюмов, которые предназначены для защиты экипажей от случайной разгерметизации во время взлета и входа в атмосферу. Другой — российские и американские скафандры полного давления, которые не менялись с начала 1980-х годов.

Проблема в том, что они не очень удобные. Одна из причин заключается в том, что космические скафандры должны содержать воздух с достаточным давлением. Но это превращает костюм в воздушный шар в форме морской звезды, который так же трудно согнуть, как автомобильную шину. Чтобы преодолеть это, суставы костюма состоят из серии мехов с постоянным объемом. Когда эти кольцеобразные структуры сгибаются, воздух перемещается с одной стороны на другую, позволяя суставу сгибаться. Идея команды TexasA&M состоит в том, чтобы заменить эти сильфоны мягкими роботизированными приводами, которые выполняют большую часть работы, удерживают сустав в нужном положении и позволяют костюму сидеть более комфортно. Сейчас исследователи работают над прототипом роботизированного колена и моделируют подвижность стандартного костюма и обнаженного тела. Они обнаружили, что такие приводы могут сэкономить количество калорий, затрачиваемых во время миссии на Марс, и позволить космонавтам работать с меньшим потоотделением. Конечная цель ученых — интегрировать эти мягкие роботизированные приводы в самовосстанавливающийся костюм со встроенными датчиками.

Исследователи разработали методику, которая позволяет роботу освоить новую задачу после того, как ее несколько раз покажет человек. Исследователи из Массачусетского технологического института разработали новый алгоритм, для которого нужно, чтобы человек несколько раз показал, как выполнить задачу: этого достаточно, чтобы перепрограммировать робота. Новый метод машинного обучения позволяет роботу поднимать и манипулировать неизвестными ранее объектами, которые находятся в рандомных позах. За 10–15 минут робот будет готов выполнить новую задачу. По словам авторов, в подходе они использовали нейронную сеть, которая специально разработана для восстановления форм 3D-объектов. С помощью всего нескольких демонстраций система распознает геометрию предмета.

Авторы организовали симуляцию с использованием реальной роборуки. Они показали, что их система может эффективно манипулировать кружками, мисками и бутылками, расположенными в случайных позах. Авторы использовали всего 10 демонстраций, чтобы обучить робота. «Наша работа — это вклад в разработку систем, которые смогут работать в более неструктурированных средах», — заявил Энтони Симеонов, аспирант кафедры электротехники и компьютерных наук (EECS).

Исследователи из Массачусетского технологического института разработали недорогой и высокоточный метод изготовления тонких зеркал и кремниевых пластин путём изменения формы тонких пластинчатых материалов таким образом, чтобы устранить искажения, формируемые нагруженными поверхностными материалами покрытия. С использованием нового метода можно изгибать поверхности в точные и сложные формы, которые не влияют на качество оптики. Чтобы добиться полного контроля над тензором напряжения, группа исследователей под руководством Ювея Яо разработала технологию нанесения квазипериодических ячеек, состоящих из специальных решеток, на обратной стороне основы оптических поверхностей. Свой метод ученые назвали мезоструктурами тензора напряжения. Основа под поверхность до начала изготовления оптического прибора покрывается с обратной стороны тонкими слоями высокопрочной пленки, изготовленной из диоксида кремния. На пленке с использованием литографии печатаются узоры напряжений, чтобы исследователи могли изменять свойства материала в определенных областях.

Локальные изменения пленочного покрытия в различных областях показывают, где на поверхность воздействуют напряжение и формируется натяжение. А поскольку оптическая поверхность и покрытие склеены, манипулирование материалом покрытия изменяет форму оптической поверхности. «Поворачивая решетку в каждой элементарной ячейке и изменяя долю площади выбранных областей, можно управлять всеми тремя компонентами поля тензора напряжений одновременно с помощью простого процесса формирования рисунка», — объясняет Ювей Яо. Как отмечают исследователи, тонкие пластины необходимы для сложных оптических систем высокого уровня, таких как деформируемые зеркала, а также при производстве полупроводников. Новая технология сделает производство более точным, масштабируемым и дешевым. Это особенно актуально для сверхлегких систем, таких как космическая оптика, где традиционные методы изготовления не соответствуют строгим требованиям. Исследователи планируют доработать технологию таким образом, чтобы корректировка поверхностного напряжения могла осуществляться автоматически в процессе использования. Для этого инженеры планируют размещать свои мезоструктуры на тонких пластинах с пьезоприводом. Это позволит распространить технологию за пределы оптики для использования в микроэлектронике и мягкой робототехнике.

Группа ученых из Стэнфордского университета и Университета штата Огайо разработала миниатюрного робота-гусеницу на основе техники оригами Креслинга. Американские исследователи собрали небольшой робот, который способен перемещаться как гусеница. Инженеры использовали четыре модуля оригами, собранных по схеме Креслинга, и магнитный привод. Собранный робот может передвигаться как в стиле гусеницы, так и в режиме ручного управления. Ученые использовали магниты для изменения жесткости и структуры «корпуса» робота.

Гусеница, созданная учеными, может закручиваться по часовой и против часовой стрелки. При помощи специальных стабилизаторов обеспечивается плавность движения и возврат всех элементов гусеницы в исходную форму. Как отмечают авторы разработки, гусеницы и дождевые черви при движении сокращают отдельные части своего тела и используют силу трения, чтобы продвигаться вперед. Такой способ передвижения и мягкое деформируемое тело позволяют животным легко перемещаться в условиях сложного рельефа.

Исследователи протестировали робота в трудных условиях. Например, ему требовалось одновременно вращать корпусом и непрерывно двигаться по круговой траектории. Как отмечают исследователи, такие адаптивные функции понадобятся в сложных биомедицинских средах, в которых мягкая система может испытывать сопротивление при контакте с тканями и органами в ограниченном пространстве. Разработчики считают, что их робота можно использовать для проведения эндоскопии, биопсии или доставки лекарств, которые будут выпускаться при необходимости. Инженеры продемонстрировали как их система будет хранить и выдавать таблетки.

Ученые США разработали роботизированную систему, которая позволяет нейрохирургам проводить эндоваскулярные вмешательства дистанционно. Новая технология призвана спасти жизни пациентам в критической ситуации, например, после инсульта, которых нужно немедленно оперировать, чтобы сохранить функцию мозга. В будущем доступность высокотехнологичной медицинской помощи может быть обеспечена даже в сельских районах. Эндоваскулярная хирургия представляет собой малоинвазивную процедуру, которая заключается в пункции кожи и введении специальной проволоки в артерии и сосуды. Процедура проводится под контролем рентгена и позволяет выполнять сложнейшие манипуляции с минимальными для здоровья рисками и осложнениями. Например, устанавливать катетеры для растворения тромбов или выключать из кровотока участки с аневризмами. Такие операции проводят высококвалифицированные хирурги — редкие специалисты, которые чаще всего работают в крупных больницах больших городов.

Теперь ученые из Массачусетского технологического института представили решение этой проблемы — роботизированную систему для проведения эндоваскулярных вмешательств удаленно. Врач может находиться в другой комнате или в другом городе и управлять роботом с помощью джойстика. Робот оснащен магнитом, который обеспечивает аккуратное движение чувствительной к магниту проволоки по сосуду. Демонстрация операции на моделях силиконовых сосудов, представляющих сложные изгибы артерий головного мозга, оказалась многообещающей. Врачам удавалось быстро и эффективно управлять проволокой, огибать острые углы и повороты и добираться до нужных областей. Например, технология позволяла удалять тромбы и блокировать аневризмы, как если бы это делал врач, присутствуя в операционной.

Следует подчеркнуть, что таким образом ученые обеспечили врачам дополнительные преимущества, поскольку теперь им не нужно подвергаться излучению, которое необходимо для контроля процесса операции. Ученые считают, что новая роботизированная система изменит глобальное здравоохранение и решит одну из ее ведущих проблем — снизит смертность от инсульта и инфаркта и сократит число инвалидностей. В перспективе планируется, что пациента в остром состоянии

подготовит к операции в местной больнице медсестра, а всю работу будет выполнять врач из любой точки мира с помощью робота.

Ученые из Висконсинского университета в Мадисоне (США) разработали новый биоразлагаемый гель, который улучшает способность иммунной системы сдерживать рак после хирургического удаления опухоли. Гель, испытанный на мышах, высвобождает лекарства и специальные антитела, которые одновременно истощают иммуноблокирующие клетки, макрофаги, и активируют Т-клетки, чтобы они могли атаковать рак. Гель хорошо работал против рака толстой кишки, который легко поддается иммунной терапии. Также он оказался эффективен против меланомы, саркомы и тройного негативного рака молочной железы, которые менее чувствительны к иммунной терапии и более склонны к метастазированию. Гель, введенный в организм, высвобождает два ключевых компонента. Один из них — препарат Пексидартиниб, одобренный для применения для ингибирования функции макрофагов, ассоциированных с опухолью. Эти клетки способствуют росту опухолей, а ингибирование клеток замедляет его. Второй компонент геля — тромбоциты — фрагменты клеток, образующих сгусток крови, — связанные с иммуностимулирующими антителами. Эти антитела помогают Т-клеткам иммунной системы распознавать и атаковать раковые клетки.

Теперь вместо сложных операций по забору ткани для гистологии можно будет использовать неинвазивный микроскоп, который предоставит подробные 3D-изображения проблемного участка в живом организме. Это прорывная технология значительно упростит диагностику рака, а также будет полезна для обследования пациента при многих других заболеваниях. Ученые из Колумбийского университета разработали технологию MediSCAPE — высокоскоростной 3D-микроскоп для анализа тканей в режиме реального времени в живом организме. Предварительные результаты тестирования прибора свидетельствуют, что инвазивная биопсия вскоре может стать методом прошлого. Биопсия сегодня применяется повсеместно для оценки структуры ткани, анализа признаков ее злокачественности и т. д. Например, при подозрении на рак биопсия является окончательным инструментом для постановки диагноза. Между тем биопсия крайне сложная процедура при работе с нервной тканью, головным и спинным мозгом, глазами. Помимо этого, проведение гистологической оценки ткани после биопсии очень трудоемкое занятие и сократить время подготовки результатов пока не удастся.

«Теперь мы можем визуализировать живую ткань без биопсии. Мы надеемся, что MediSCAPE оставит существующие решения в прошлом», — прокомментировала полученные результаты автор работы Элизабет Хиллман. Одной из первых тканей, которую изучили ученые с помощью микроскопа, стала почка мыши. «Мы были ошеломлены, увидев великолепные структуры, похожие на те, которые обычно мы получаем при стандартной гистологии», — заявили они. У новой технологии, помимо отсутствия инвазивного вмешательства, есть ряд важных преимуществ. Во-первых, в организм не нужно вводить какие-либо дополнительные флуоресцентные красители. Во-вторых, обзор происходит в режиме реального времени, позволяя наблюдать за тканью под разными углами. «Мы сканировали различные области ткани, как если бы держали фонарик в руках», — объясняют они. Кроме того, технология позволяет оценивать состояние ткани и одновременно визуализировать

кровоток, что крайне важно для многих состояний и оценки кровоснабжения органа до операции. Наконец, обследование позволяет получить подробные 3D-изображения для дальнейшей работы.

К настоящему времени ученые продемонстрировали потенциал MediSCAPE для широкого спектра применения: от анализа опухоли поджелудочной железы у мышей до быстрой оценки человеческих органов, подготовленных для трансплантации. Демонстрация эффективности микроскопа на живом человеке проводилась на визуализации языка и ткани слизистой оболочки рта. В настоящее время ученые работают над коммерциализацией технологии и ждут от американского регулятора FDA одобрения для применения технологии в клинической практике.

Управление перспективных исследовательских проектов Министерства обороны США (англ. Defense Advanced Research Projects Agency, DARPA) — управление Министерства обороны США, отвечающее за разработку новых технологий для использования в интересах вооружённых сил. Задачей DARPA является сохранение технологического превосходства вооружённых сил США, предотвращение внезапного для США появления новых технических средств вооружённой борьбы, поддержка прорывных исследований, преодоление разрыва между фундаментальными исследованиями и их применением в военной сфере. Вопреки сложившемуся мнению, DARPA не является уникальным исследовательским центром — она дополняет 3 крупных исследовательских управления видов войск Вооруженных Сил США (ВВС, ВМС, Сухопутные войска), а также большее двух десятков других военных исследовательских центров. Уникальность ДАРПА обеспечивает исключительномеждисциплинарная направленность и ориентация на новейшие и экспериментальные технологии.

Так, например, DARPA инициирует пятилетнюю программу по разработке конструкций и материалов для строительства крупных сооружений на орбите и на Луне. С Земли нельзя доставить большие конструкции на орбиту и дальше. «Стройки века» можно затевать только на месте, для чего необходимы как новые материалы, так и системы дистанционного управления строительными роботами. Новая программа получила код NOM4D (произносится как NОМА или, по-русски, кочевник). Расшифровывает аббревиатура как «Новое орбитальное и лунное производство, материалы и массовый дизайн». «Видение NOM4D заключается в разработке основных материалов, процессов и конструкций, необходимых для реализации в космосе крупных, точных и надежных систем Министерства обороны, — сказал Билл Картер, руководитель программы в Управлении оборонных исследований DARPA. — Мы изучим уникальные преимущества, которые дает производство на орбите с использованием современных материалов, доставляемых с Земли».

Также новая программа предусматривает использование местных материалов, в частности с лунной поверхности. Другими предметами изучения программы NOM4D станут разработка эффективных конструкций, устойчивых к космической среде обитания, а также с точки зрения используемой массы, инструменты для управления роботами при создании конструкций в космосе, регулярная дозаправка на орбите обслуживающих роботов космических аппаратов и возможность непрерывного контроля производства, включая коррекцию проектов в режиме, близком к реальному времени.

Программа разделена на три 18-месячных этапа. На первом этапе будут выработаны проекты эффективных космических конструкций и подбор материалов с использованием типовой солнечной панели мощностью 1 МВт. На втором этапе технологии сбора конструкций будут усовершенствованы для удовлетворения требований по сбору образца ВЧ-отражателя диаметром 100 м. На третьем этапе ожидается достижения существенного скачка в точности, что позволит создавать структуры, отражающие инфракрасное излучение, подходящие для использования в сегментированном длинноволновом инфракрасном телескопе. В каждом случае предполагается изготовление на Земле масштабных образцов для выработки метрик и проверок концепций. Управление перспективных исследовательских проектов Министерства обороны США в рамках проекта LibertyLifter решило создать своего «Каспийского монстра» — аналог КМ («Корабль-макет»), разработанного в СССР, послуживший основой для работ по экраноплану-ракетоносцу «Лунь». Отмечается, что LibertyLifter позволит с относительно большой скоростью доставлять большие массы грузов по всей планете без использования специализированных морских портов и авиабаз. Popular Mechanics пишет, что экраноплан может использоваться, например, для переброски бронетехники и противокорабельных ракет на острова в Южно-Китайском море. Издание уверено, что LibertyLifter будет отличать прочная конструкция, способная выдерживать удары волн, а также высота полета до трех километров, позволяющая избегать морскую непогоду.

Американская армия продолжает реализацию проекта Integrated Visual Augmentation System (IVAS) — «системы дополненного зрения», а проще говоря, высокотехнологичных очков для ближнего боя — прежде всего для пехоты. Они позволяют солдатам видеть в темноте и заглядывать за угол, а цифровые карты местности и другие данные проецируются прямо на стекло. Подобно шлемам боевых летчиков, очки IVAS проецируют дополнительную информацию, например карты, прямо в поле зрения бойца. Система IVAS способна подключаться к многонаправленным камерам, которые монтируются «на броне». Получая этот видеопоток, очки позволяют экипажам боевых машин Bradley или Stryker видеть как будто сквозь корпус и без помех обозревать все поле боя. «Теперь ребятам не нужно выбираться наружу в опасной ситуации, чтобы лучше рассмотреть происходящее, — говорит сержант Филип Бартель из боевой группы БМП Stryke. — Можно управлять командой и получать точные изображения целей, оставаясь в безопасности, под защитой брони своей машины. Такие решения позволят еще большее снизить потери и могут радикально изменить способы ведения сражения в целом, повысить боевую эффективность».

Система IVAS ведет свою родословную от нашлемных индикаторов, которыми пользуются военные летчики. На поверхность новых очков также можно проецировать любые данные, включая карты, видеопоток, изображения с приборов ночного видения. Современные солдаты уже активно пользуются подобной информацией, однако IVAS открывает куда более быстрый и удобный доступ к ней, причем прямо на поле боя. Вместо того чтобы рыться в карманах в поисках, например, карты, ее можно будет отобразить на цифровом экране, даже не отрывая взгляда от цели. IVAS также рассчитана на использование с инфракрасными «ночными» прицелами, которые устанавливаются на армейском стрелковом оружии. Направив винтовку в нужную сторону, можно не выглядывать из-за угла, не

подниматься из укрытия и не подставляться под огонь противника – и при этом как следует рассмотреть происходящее. Кроме того, солдаты могут подключаться к видеопотоку с камер беспилотников, работающих бок о бок с ними. Очки позволяют снова воспроизвести всю операцию, показывая солдату его собственный аватар на фоне происходившего вокруг.

Американские военные уже используют новую систему на тренировках. Солдаты, экипированные IVAS, отрабатывали зачистку помещения из шести комнат, заранее оборудованных макетами целей. При этом используются страйкбольные винтовки и трекеры. После каждого «прогона» командир и солдаты разбирают все маневры, произведенные выстрелы, каждое попадание и промах. А очки IVAS позволяют снова воспроизвести всю операцию, показывая солдату его собственный виртуальный аватар на фоне происходившего вокруг. Система также считается весьма перспективной для военных, которые десантируются на поле боя на бронетехнике.

Сегодня они остаются в стальной коробке, изолированные от внешнего мира, и в лучшем на небольшой экран, на который транслируется картинка с видеокамеры. Выбравшись наружу, они плохо представляют себе происходящее и вынуждены осматриваться и ориентироваться, быстро адаптируясь к особенностям местности, определяя положение противника и т.д., – это время можно резко сократить, если использовать IVAS, передавая изображение поля боя на стекло очков еще по пути к месту, в режиме реального времени. Судя по имеющимся данным, к 2022 году Пентагон собирался потратить около 1,1 млрд долл., чтобы экипировать новой системой всех нуждающихся в этом солдат. При прохождении через верхнюю палату парламента эта статья расходов оказалась урезана на 20%. Однако многие из технических проблем, на которые ссылались конгрессмены, удалось достаточно быстро разрешить. Поэтому вскоре все американские военные смогут получить особое «боевое зрение».

Пентагон испытывает израильскую систему SMASH – портативную «пехотную» версию компьютеров, которые управляют наведением танковых пушек. Прицел монтируется на винтовку или карабин, может использовать встроенную функцию ночного видения и баллистический вычислитель. Достаточно поместить цель в перекрестие указателя и надавить на курок – умная система будет контролировать выстрелы, совершая лишь те, что отправят пулю точно по назначению. Пентагон проводит соревнования по разработке портативной персональной системы воздушной мобильности, которая позволит солдатам вести разведку, поиск и спасение, быстрое развертывание на поле боя и быструю эвакуацию, а также проводить специальные миссии. Пока неясно, как будет выглядеть такая техника – возможно, в виде комбинации реактивных ранцев, глайдеров, вингсьютов и т.п. По планам, она позволит оставаться в полете на высотах от низких до средних и на дистанции до 10 км.

По мере того как Арктика обретает все большее экономическое и стратегическое значение, возникает и необходимость экипировать солдат для действий в условиях сильного холода. Одной из главных проблем остается согревание рук, которые страдают от мороза в первую очередь. Для этого американские военные разработали питающиеся от аккумулятора широкие браслеты, которые надеваются на запястья,

согревая поступающую к пальцам кровь. Это позволяет использовать сравнительно тонкие перчатки и действовать эффективнее.

Исследователи из США открыли новый способ производства и стабилизации редкой формы серы для использования в качестве электролита для элементов питания. Во-первых, эта разработка позволит сделать экономически выгодными литий-серные батареи. Во-вторых, ее емкость втрое выше, чем у литий-ионных аккумуляторов. В третьих, стабильность батареи не падает на протяжении 4000 циклов зарядки-разрядки — или 10 лет использования. Учитывая постоянный рост продаж электромобилей, не удивительно, что цены на сырье — литий, никель, марганец и кобальт — стали во время пандемии замедлять производство автомобильных батарей в нужном количестве. Так что многие команды исследователей стали проявлять большой интерес к альтернативным вариантам аккумуляторов. Например, к литий-серным, способным запасать много энергии и не испытывающих проблем с дефицитом сырья.

Загвоздка внедрения серы в литиевую батарею с углеродным электролитом в том, что она вызывала необратимую химическую реакцию с образованием полисульфидов. Из-за этого предшествующие попытки создания литий-серной батареи заканчивались почти немедленным прекращением ее работы всего через один цикл. Тем не менее, батареи Li-S уже демонстрировали выдающиеся характеристики в экспериментах с другим, эфирным электролитом, но у них тоже не было коммерческого будущего — эфир слишком летучий, а у некоторых компонентов такой батареи слишком низкая точка кипения. Специалисты из Университета Дрекселя нашли способ обойти препятствия, мешавшие появлению литий-серных батарей на рынке. Они разработали новый катод из углеродных нанонитей, но его эффективность в углеродном электролите еще следовало проверить. Испытания показали, что метод осаждения из паровой фазы привел к кристаллизации серы непредвиденным образом, превратив ее в моноклинную гамма-серу, слегка измененную форму этого элемента. Эта химическая фаза серы обычно встречается в природе в нефтяных источниках. Ее плюс в том, что она не вступает в реакцию с углеродным электролитом, так что опасности образования полисульфидов не возникает.

Экспериментальный катод сохранил стабильность после года испытаний и 4000 циклов зарядки-разрядки, что эквивалентно, по подсчетам ученых, 10 годам регулярного использования. При этом прототип батареи с таким катодом обеспечил втрое большую емкость, чем у стандартной литий-ионной батареи. Авторы открытия еще не до конца разобрались в механизме создания стабильной моноклинной серы при комнатной температуре, но убеждены, что прорыв откроет путь к созданию более доступных и практически неубиваемых аккумуляторов.

Исследователи из Гарвардской школы инженерии и прикладных наук имени Джона А. Полсона (SEAS) разработали мягкий, растягивающийся термометр с автономным питанием, который можно интегрировать в мягких роботов и «умную» одежду. Термометр состоит из трех простых частей: электролита, электрода и диэлектрического материала, разделяющего их. На границе раздела электролит/диэлектрик накапливаются ионы, а на границе раздела диэлектрик/электрод накапливаются электроны. Дисбаланс заряда между ними создает ионное облако в электролите. При изменении температуры ионное облако

меняет толщину – и генерируется напряжение. Напряжение чувствительно к температуре, но не к растяжению. «Поскольку конструкция настолько проста, существует множество различных способов настройки датчика в зависимости от приложения, – сказал Еченг Ван, научный сотрудник SEAS и ведущий автор статьи. – Вы можете выбирать разные материалы, располагать их по-разному и оптимизировать для разных задач».

Разместив электролит, диэлектрик и электрод в разных конфигурациях, исследователи разработали четыре конструкции датчика температуры. В одном тесте они интегрировали датчик в мягкий робот-захват и измерили температуру горячего яйца, сваренного вкрутую. Новое устройство оказалось более чувствительным, чем традиционные термоэлектрические датчики, и может реагировать на изменения температуры в течение примерно 10 миллисекунд. В зависимости от используемых материалов термометр может измерять температуру от –100 до 200 градусов по Цельсию.

Ученые из Университета Южной Калифорнии (США) выяснили, что семейство белков IL-6, активирующих ген STAT3, не только связано с воспалением, развитием артрита и рака, но также способствует восстановлению хрящей как в суставах, так и в зонах роста. Исследование, в котором ученые использовали выращенные в лаборатории клетки человека и клетки мышей, показало, что ген STAT3 имеет решающее значение для размножения, выживания, созревания и восстановления хрящобразующих клеток в суставах и зонах роста (хрящевых пластинах роста). Когда ген переставал работать, хрящевые клетки постепенно становились менее функциональными – из-за этого раньше времени срастались пластины роста, скелет и суставной хрящ не успевали развиваться.

Те же самые последствия наблюдались у мышей, когда им не хватало белка гликопротеина 130 (gp130), который белки IL-6 используют для активации гена STAT3. Когда же «выключили» другой ген *Lifr*, кодирующий белок, работающий с gp130, чтобы распознать один из белков IL-6, у мышей произошли такие же – но более мягкие – изменения скелета и хрящей. У грызунов без белка gp130 ученые смогли восстановить пластинки роста за счет сверхактивации STAT3, хотя это также вызвало разрастание хрящей, что привело к другим скелетным аномалиям. При этом самцы и самки мышей по-разному реагировали на манипуляции: когда STAT3 переставал функционировать, у самок сильнее менялись хрящи и скелеты, чем у самцов. Чтобы понять, почему так происходит, исследователи изменили уровень эстрогена у мышей, а также в выращенных в лаборатории клетках хряща свиньи. В обоих случаях эстроген увеличивал количество и активность STAT3. Это может говорить о том, что у особой женского пола этот ген играет большую роль. Результаты этой работы позволили разработать препарат, который восстанавливает суставной хрящ, не вызывая воспаления.

Исследователи из Университета Кейс Вестерн Резерв открыли новый механизм, при котором белок защищает целостность ДНК, сохраняя ее структурную форму. Новое открытие связано с работой белка 53BP1. Отмечается, что работа поможет понять, как клетки поддерживают целостность ДНК в ядре. Это способствует борьбе с такими заболеваниями, как рак и преждевременное старение. ДНК, или дезоксирибонуклеиновая кислота – это химическое название молекулы, которая содержит генетические инструкции для всех живых существ. В частности авторов

интересовал белок 53BP1. Ранее было известно, что он отвечает за конкретный процесс восстановления повреждений в ДНК — он называется двухцепочный разрыв (DSB), при котором обе нити ДНК разрываются, оставляя свободный конец ДНК плавать в ядре клетки. Если происходит такой разрыв и его не восстановить, то концы ДНК могут слиться. Это может привести к нарушению генетической информации. В краткосрочной перспективе клетки с неповрежденной ДНК могут самоуничтожиться, но в худшем случае начнется формирование раковой опухоли.

Авторы новой работы выяснили, что белок 53BP1 выполняет биологическую функцию в опосредовании структуры ДНК — это особенно сильно уплотненная область, которая называется гетерохроматин. Исследователи обнаружили, что эта новая функция включает в себя новую форму активности 53BP1, при которой белок накапливается в конденсированных областях ДНК и образует небольшие капли жидкости — это процесс, который называется разделением фаз жидкость-жидкость, он похож на смешивание масла с водой. Команда выяснила, как 53BP1 может образовывать капли жидкости: этот процесс требует участия других белков, которые поддерживают структуру высококонденсированной ДНК. Но, в свою очередь, авторы выяснили, что 53BP1 также стабилизирует сбор белков в этих областях ДНК, а это важно для сохранения общей функции ДНК. Затем авторы провели детальный молекулярный анализ, чтобы разбить большой белок на мелкие кусочки, и определили, какие кусочки важны для образования капель жидкости 53BP1. Они дополнительно определили несколько аминокислот, которые влияют на работу этой функции. Благодаря новому исследованию авторы надеются лучше понять, как предотвратить такие заболевания, как рак, а также разработать методы его лечения с помощью особенностей работы 53BP1.

Эксперименты команды из Университета штата Вашингтон показали, что отсутствие белка NS2 позволяет иммунной системе уничтожить вирус до того момента, как в организме начнется сильное воспаление. В первую очередь, респираторные вирусы провоцируют воспаление легких, поэтому открытие может стать универсальной стратегией для предупреждения подобных осложнений. Изучая респираторно-синцитиальный вирус, ученые определили, что белок NS2 является ключевым регулятором аутофагии, модулирующим иммунную защиту при вирусной атаке. Аутофагия, в свою очередь, регулируется белком Beclin1. Эксперименты показали, что при инфицировании клетки белок Beclin1 может распознать и устранить патоген, однако NS2 мешает ему, что позволяет вирусу сохраняться внутри клетки и продолжать репликацию, вызывая воспалительную реакцию. Между тем отсутствие NS2 позволяет Beclin1 уничтожить вирус на самой ранней стадии.

По словам авторов, данная стратегия потенциально эффективна для всех респираторных вирусов от гриппа до COVID-19. Нацеливание на NS2 может быть универсальной мишенью для их блокировки в организме, поэтому теперь ученые исследуют наиболее эффективные соединения-кандидаты против NS2. Главной стратегией защиты от респираторных вирусов сегодня остается вакцинация. Однако благодаря пандемии COVID-19 в этой области появились новые интересные данные: ученые установили, что спрей-вакцины оказались эффективнее традиционных прививок с помощью подкожных уколов.

Врачи из Университета Мэриленда пересадили генетически модифицированное свиное сердце умирающему мужчине с тяжелой аритмией. Для того чтобы уменьшить иммуногенность органа, врачи подредактировали у животного десять генов. Спустя три дня после пересадки сердце хорошо функционировало, и не было никаких признаков его отторжения. Несмотря на это говорить об успехе операции еще рано — пациенту предстоит длительный период наблюдений. Пересаживать органы одного человека другому непросто из-за того, что люди не всегда иммунологически совместимы. Для того чтобы найти подходящего донора, медикам иногда приходится ждать месяцами. Еще сложнее дело обстоит с органами животных, хотя теоретически пересадка их человеку могла бы спасти многих пациентов, которые так и не дожидаются своей очереди на трансплантацию. Чтобы повысить шанс донорских органов прижиться, ученые пытаются модифицировать их ткани и сделать их менее иммуногенными. Например, удаляют с поверхности клеток углевод альфа-галактозу, непривычный для иммунной системы человека. FDA одобрило такую линию для терапевтического применения в 2020 году.

В октябре 2021 года врачи из Нью-Йорка пересадили модифицированную таким образом свиную почку женщине, подключенной к аппаратам жизнеобеспечения — у нее диагностировали смерть мозга. Врачи наблюдали за ней в течение трех дней и не нашли признаков отторжения пересаженного органа. Теперь их коллеги из клиники Университета Мэриленда продвинулись еще дальше и пересадили свиное сердце мужчине с терминальной болезнью сердца. Врачи использовали свинью, у которой не только отключили гены, кодирующие иммуногенные молекулы, но также и внесли в геном шесть генов, которые отвечают за иммунную толерантность. Кроме этого, у животного заблокировали ген, который мог спровоцировать избыточный рост сердечной ткани. В общей сложности медики подредактировали десять генов. Пациента, который стал реципиентом для свиного сердца, признали непригодным для получения донорского органа от человека (причины этого медики не сообщают), поэтому участие в экспериментальной операции для него было последним шансом на жизнь.

За шесть недель до пересадки его доставили в больницу с угрожающей жизнью аритмией и подключили к аппарату, снабжающему кровь кислородом. Экспериментальная операция заняла семь часов и завершилась успешно. Спустя три дня после пересадки, мужчина чувствовал себя удовлетворительно, новое сердце перекачивало кровь, и врачи не заметили признаков отторжения трансплантата. Тем не менее с уверенностью говорить, что это окончательный успех еще нельзя: предстоит длительный период наблюдений за пациентом, который сейчас принимает препараты, чтобы предотвратить отторжение сердца.

Исследователи из Инженерной школы Университета Витерби создали молекулярное устройство, которое может манипулировать окружающим биоэлектрическим полем. Новое устройство в форме треугольника состоит из двух небольших соединенных молекул — оно намного меньше вируса и соответствует диаметру нити ДНК. Это совершенно новый материал для «считывания и записи» электрического поля, который не повреждает клетки и ткани. Каждая из двух молекул, соединенных короткой цепочкой атомов углерода, выполняет свою отдельную функцию: одна действует как «датчик» или детектор, который измеряет

локальное электрическое поле при срабатывании красного света; вторая молекула-модификатор, генерирует дополнительные электроны при воздействии синего света. Новое органическое устройство не предназначено для людей, оно будет частично находиться внутри и снаружи клеточной мембраны для экспериментов *in vitro*.

Так как молекула может внедряться в ткань, она имеет возможность неинвазивно измерять электрические поля и формировать сверхбыстрое 3D-изображение нейронных сетей в высоком разрешении. Это может сыграть решающую роль для других исследователей, во авторы которых тестируют эффективность новых лекарств, либо наблюдают за изменениями условия, таких как давление и кислород. В отличие от других инструментов, он выполняет свою работу не повреждая здоровые клетки или ткани и не требуя генетических манипуляций с системой. Этот многофункциональный агент визуализации, он уже совместим с существующими микроскопами. Новый метод можно использовать в сферах от биологии до неврологии и физиологии. Эксперты смогут задавать новые типы вопросов о биологических системах и их реакции на различные стимулы: лекарства и факторы окружающей среды, – текст исследования. Кроме того, молекула-модификатор, изменяя электрическое поле клеток, может точно повредить одну точку. Это может помочь для будущих исследований при определении каскадного эффекта, например, во всей сети клеток мозга или сердца.

Новое исследование на мышах приблизило ученых к созданию мРНК-вакцины от рака кожи. Ученые из Фармацевтического колледжа Университета штата Орегон (OSU), возможно, только что разработали вакцину, которая защитит рака кожи, вызванного действием солнечных лучей. Вакцина будет представлять собой матричную или информационную РНК, такую же технологию используют Moderna и Pfizer для борьбы с COVID-19. Она научит организм вырабатывать дополнительные антиоксидантные белки, повышая его способность защищать ДНК от повреждений, вызванных солнечным светом.

Более 40 лет исследователи рассматривали пищевые антиоксиданты как возможный источник недорогих агентов с низким уровнем риска для профилактики рака. Но они не всегда хорошо себя показали в клинических испытаниях, а в некоторых случаях даже были вредны. Отсюда и необходимость попробовать вмешаться с помощью новых химиопрофилактических агентов, таких как мРНК-вакцина» — говорится в заявлении Арупа Индра, профессора фармацевтических наук OSU и руководителя исследования.

В исследовании на мышах исследователи удалили тиоредоксинредуктазу 1 (TR1, кодируемую геном TXNRD1) из их антиоксидантных систем, чтобы оценить, как белок влияет на защиту меланоцитов — специализированных клеток кожи, которые вырабатывают пигмент меланин. Оказалось, что без TR1 пролиферация меланоцитов значительно снижалась. Таким образом, ученые пришли к выводу, что TR1 напрямую влияет на меланоциты, которые отвечают за предотвращение рака кожи. Если вакцина сможет генерировать больше TR1, то сможет защитить от вызванного солнцем УФ-повреждения клеток. Ученые надеются, что люди с повышенным риском рака кожи смогут вакцинироваться один раз в год для дополнительной защиты от солнечных лучей.

В США происходит уникальный в своем роде рывок в инвестициях в науку, инновации и исследования по широкому спектру направлений. С 2007 по 2012 годы на создание технологий, которые добавляют стоимость, а не валовые расходы, в среднем расходовалось 1,9% от ВВП по номиналу. С 2013 года началось постепенное ускорение, а с 2017 года — существенное ускорение, которое связано с технологической и экономической войной с Китаем. В 2017 году стало ясно, что США уступают Китаю в темпах инноваций и расходах на исследования и разработки. К 1-му кварталу 2023 года расходы на создание технологий в США достигли исторического максимума после непродолжительной консолидации на высокой базе. Вместе с технологиями растут расходы на создание программного обеспечения, особенно расходы на создание искусственного интеллекта, которые составляют около 80% в структуре чистого приращения. Инновации и технологии определяют силу, устойчивость и конкурентоспособность экономики, долю национальной высокотехнологичной продукции в мировой торговле, что в свою очередь определяет уровень развития и благополучия общества.

9 мая 2023 года Пентагон опубликовал Стратегию оборонной науки и технологий (NDS). Во введении к этой стратегии отмечено:

«Как явствует из Стратегии национальной безопасности и Стратегии национальной обороны (СНБО) 2022 года, Соединенные Штаты находятся в середине решающего десятилетия, когда будут определены условия геополитического соперничества между крупнейшими мировыми державами. Министерство обороны будет продвигать свои приоритеты тремя взаимосвязанными способами — посредством интегрированного сдерживания, проведения кампаний и создания устойчивых преимуществ. Ускоренное развитие технологий и инновации являются ключевыми элементами для достижения приоритетов Министерства обороны с помощью этих стратегических способов и для обеспечения нашей национальной безопасности в долгосрочной перспективе. Лидерство США и союзников в области технологий и инноваций уже давно является частью нашего военного преимущества. Мы должны предпринять шаги, чтобы сохранить наше лидерство и противостоять нашим конкурентам, которые прямо нацелились на это преимущество. Чтобы ответить на этот вызов, NDS призывает к «широким и глубоким изменениям в том, как мы производим и управляем военным потенциалом... чтобы создать прочную основу для нашего военного преимущества». В соответствии с NDS, наше оборонное научно-техническое предприятие должно «использовать асимметричные американские преимущества: наш предпринимательский дух и наше разнообразие и плюралистическую систему идей и генерации технологий, которые способствуют беспрецедентному творчеству, инновациям и адаптации». Благодаря этим асимметричным преимуществам мы будем создавать, анализировать, тестировать, приобретать и защищать знания и инструменты, необходимые для соответствия трем стратегическим направлениям NDS.

В этой Стратегии оборонной науки и технологий мы определяем способы повышения нашего конкурентного преимущества. Мы сосредоточимся на Совместной миссии, создадим и разместим возможности быстро и масштабно, а также обеспечим основу для исследований и разработок».

Специфика развития науки в США заключается в том, что большинство исследований выполняется университетами по грантовой системе, которые являются лидирующими в мире. Согласно Times Higher Education World University Ranking 2023 среди 25 ведущих университетов мира 15 университетов США см. ниже.

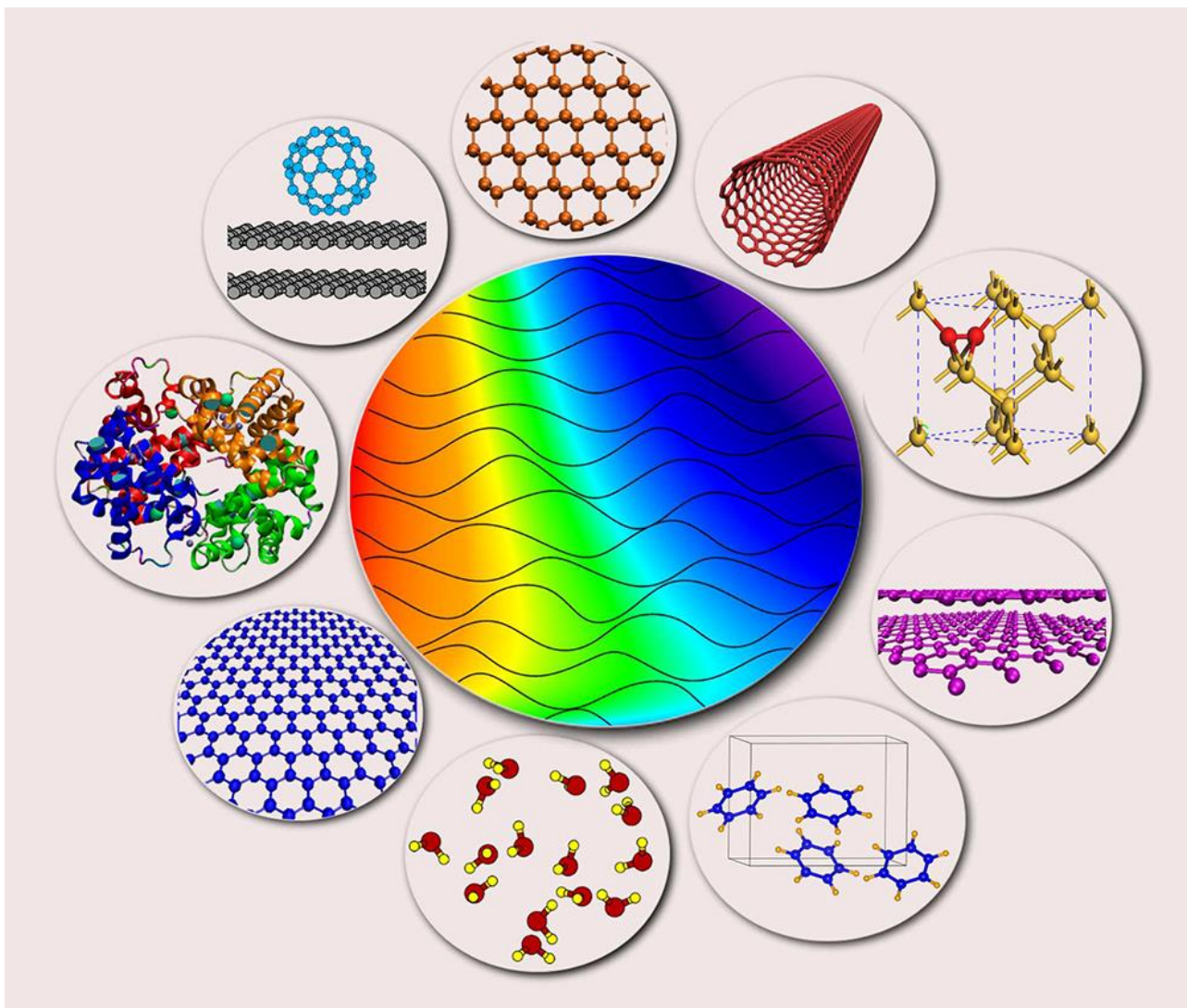
Rank	Name Country/Region	No. of FTE Students	No. of students per staff	International Students	Female:Male Ratio
1	University of Oxford United Kingdom	20,965	10.6	42%	48 : 52
2	Harvard University United States	21,887	9.6	25%	50 : 50
=3	University of Cambridge United Kingdom	20,185	11.3	39%	47 : 53
=3	Stanford University United States	16,164	7.1	24%	46 : 54
5	Massachusetts Institute of Technology United States	11,415	8.2	33%	40 : 60
6	California Institute of Technology United States	2,237	6.2	34%	37 : 63
7	Princeton University United States	8,279	8.0	23%	46 : 54
8	University of California, Berkeley United States	40,921	18.4	24%	52 : 48
9	Yale University United States	13,482	5.9	21%	52 : 48

Rank	Name Country/Region	No. of FTE Students	No. of students per staff	International Students	Female:M Ratio
10	Imperial College London United Kingdom	18,545	11.2	61%	40 : 60
=11	Columbia University United States	21,781	4.5	38%	n/a
=11	ETH Zurich Switzerland	21,665	14.8	41%	33 : 67
13	The University of Chicago United States	15,366	6.0	36%	47 : 53
14	University of Pennsylvania United States	21,453	6.3	23%	53 : 47
15	Johns Hopkins University United States	17,584	4.7	29%	53 : 47
16	Tsinghua University China	38,324	11.6	10%	n/a
17	Peking University China	31,994	10.3	19%	n/a
18	University of Toronto Canada	77,468	25.8	26%	56 : 44
19	National University of Singapore Singapore	32,337	19.8	25%	51 : 49

Rank	Name Country/Region	No. of FTE Students	No. of students per staff	International Students	Female:Male Ratio
20	Cornell University United States	24,027	10.3	26%	51 : 49
21	University of California, Los Angeles United States	42,434	9.7	16%	56 : 44
22	UCL United Kingdom	36,790	10.3	60%	59 : 41
23	University of Michigan-Ann Arbor United States	45,912	8.2	17%	50 : 50
24	New York University United States	36,337	9.8	42%	57 : 43
25	Duke University United States	16,091	4.2	24%	52 : 48

(Московский университет им. Ломоносова занимает только 163 место в этом рейтинге, другие за границей первых 200). Далее мы рассмотрим новые исследования в США за последние месяцы 2023 года.

Коллектив физиков из США, Люксембурга и Германии предложил принципиально новый механизм образования межмолекулярного взаимодействия. Исследователи рассматривают его не как взаимодействие частиц, а как связь между волнами плотности заряда (электронов).



Взаимодействие волн заряда определяет атомарную и молекулярную структуру различных материалов.

Атомы и молекулы, как известно, нейтральны, а значит, электрически взаимодействовать не должны. Но когда они расположены очень близко, так что электронные оболочки атомов перекрываются, то происходит поляризация – смещение электронов относительно ядер, и образуются так называемые электрические диполи, с одной стороны которых расположен положительный заряд, а с другой отрицательный. А некоторые молекулы имеют дипольный характер изначально. В этом случае между молекулами появляются силы взаимодействия, названные по имени голландского физика Ван дер Ваальса, который ввел их в далеком 1869 году, чтобы объяснить, почему поведение реальных газов отличается от идеального газа. За свои работы он был удостоен Нобелевской премии за 1910 год.

Силы Ван дер Ваальса широко распространены в природе и играют решающую роль в образовании и устойчивости различных молекулярных структур в биологии, химии, физике и материаловедении. Например, как полагают, именно они обеспечивают стабильность двойной спирали ДНК. За последние два десятилетия далеко вперед шагнули нанотехнологии, позволившие создать материалы с уникальными свойствами, в частности, полимерные композиты, то есть материалы из нескольких составляющих. А для того, чтобы понять их свойства, надо представлять, как они самоорганизуются на молекулярном уровне. Сборка таких материалов происходит в основном за счет сил Ван-дер Ваальса. Поэтому интерес к

этим силам не ослабевает. Эксперименты показывают, что с ними все не так просто. Развитие квантовой механики добавило вторую возможность возникновения сил Ван-дер Ваальса – благодаря флуктуациям вакуума. Вакуум по современным представлениям совсем не пуст. Он представляет собой кипящий суп из рождающихся и гибнущих различных виртуальных частиц и античастиц. Они также могут приводить к поляризации молекул и появлению межмолекулярных сил.

Авторы данного исследования предложили рассматривать межмолекулярное взаимодействие как связь между волнами плотности заряда (электронов), а не частицами. По словам руководителя работ, профессора Люксембургского университета Александра Ткаченко, в классическом случае молекулы рассматриваются как две цепочки атомов, и в них определяются точки, которые притягиваются друг к другу. Затем просто суммируются все пары. Но на самом деле это не так, и вместо частиц необходимо рассматривать волны. Исследователи полагают, что такое принципиально новое представление поможет преодолеть разрыв между двумя перечисленными точками зрения на природу сил, а также поможет ученым понять и контролировать взаимодействие между объектами на наноуровне, поскольку обеспечивает количественно точную вычислительную основу для прогнозирования химических и физических свойств. По оценкам ряда специалистов эта работа может оказать существенное влияние как на понимание природы сил, так и на развитие наук о материалах и технологий.

РНК-вакцины против Covid-19 доказали свою эффективность в снижении тяжести заболевания. Теперь ученые из Массачусетского технологического института намерены сделать их еще лучше. С использованием белка С3d и модифицированных липидных наночастиц для доставки мРНК, исследователи в 10 раз усилили иммунный ответ у мышей. Этот метод потенциально применим и в лечении рака. РНК-вакцины состоят из цепи РНК, которая содержит информацию о белке вируса. Эта РНК упаковывается в липидную оболочку, которая защищает ее и помогает доставить в клетки организма. Внутри клеток РНК используется для создания вирусных белков, на которые иммунная система реагирует, производя антитела и активируя Т-клетки. Таким образом, организм готов более эффективно справиться с инфекцией, если человек впоследствии столкнется с вирусом SARS-CoV-2. Оригинальные РНК-вакцины против Covid-19 от Moderna и Pfizer/BioNTech вызывают сильный иммунный ответ, но команда MIT решила выяснить, смогут ли они сделать эти препараты эффективнее, придав им иммуностимулирующие свойства. Ученые применили две стратегии для усиления иммунного ответа. В первой стратегии они обратили внимание на белок С3d, который является частью иммунной системы. С3d помогает организму бороться с инфекциями, связываясь с антигенами и усиливая ответ антител на них. Многие годы ученые исследовали использование С3d как адъювант для вакцин от дифтерии, коклюша и столбняка. Адъюванты — это молекулы, которые обычно используются для усиления иммунного ответа на вакцины, но они еще не использовались в РНК-вакцинах. Ученые решили выяснить, сможет ли С3d также играть роль адъюванта в вакцинах мРНК против ковида. Они создали мРНК, которая кодирует слияние белка С3d с антигеном, так что оба компонента производятся одновременно в клетках, получающих вакцину. В качестве второй стратегии ученые модифицировали липидные наночастицы, используемые для доставки мРНК-вакцины, чтобы те не только доставляли мРНК, но и

стимулировали усиленный иммунный ответ. Чтобы идентифицировать липиды, которые будут работать лучше всего, исследователи собрали библиотеку из 480 липидных наночастиц с различными типами химического состава. Все это «ионизируемые» липиды, которые приобретают положительный заряд при попадании в кислую среду. Оригинальные РНК-вакцины против Covid также включали некоторые ионизируемые липиды, поскольку они помогают наночастицам самособираться с РНК, а клеткам-мишеням усваивать вакцину.

Исследователи протестировали свою новую вакцину, которая включала как кодируемый РНК S3d, так и высокоэффективный ионизируемый липид, выявленный в ходе скрининга библиотеки, на мышах. Они обнаружили, что мыши, которым вводили эту вакцину, вырабатывали в 10 раз больше антител, чем мыши, которым вводили неадьювантную РНК-вакцину Covid. Новая вакцина также вызвала более сильную реакцию среди Т-клеток, которые играют важную роль в борьбе с вирусом SARS-CoV-2. Когда исследователи ввели вакцину интраназально, они наблюдали такой же сильный иммунный ответ у мышей. Если интраназальная вакцина будет разработана для людей, она потенциально обеспечит усиленную защиту от инфекции, поскольку вирус, оказавшись на слизистой носа, даже не успеет попасть в организм. Эти вакцины также будут дешевле, поскольку они эффективны при более низкой дозе. Ученые изучают, может ли этот метод усилить иммунный ответ на другие типы РНК-вакцин, включая вакцины против рака.

Найден молекулярный механизм, который замедляет заживление ран у людей с диабетом. Исследователи из Университета Питтсбурга показали, что снижение скорости заживления ран у людей с диабетом связано с нарушением функций экзосом. Это наноразмерные «частицы-посредники», выделяемые клетками в межклеточную среду. Исследование открывает новый подход для лечения ран при диабете. Исследователи собрали жидкость из повязок, наложенных методом отрицательного давления, на хронические раны 22 пациентов с диабетом и 15 пациентов без диабета. При такой терапии на рану накладывают специальную повязку и прикрепляют ее к мягкому вакуумному насосу. Снижение давления ниже атмосферного способствует заживлению ран за счет вытягивания жидкости и инфекций. В собранных материалах исследователи проанализировали жидкость и выделили экзосомы, вырабатываемые кератиноцитами — клетками, необходимыми для восстановления кожи. Экзосомы из клеток кожи поглощаются макрофагами, иммунными клетками, которые координируют заживление ран. Анализ показал, что химический состав веществ (белков, РНК, липидов) в экзосомах у людей с диабетом (диаэкзосомах) отличался от контрольной группы. При этом общее количество таких наночастиц в жидкости, полученной из повязок у пациентов с диабетом было меньше, чем у недиабетических больных.

Исследователи культивировали в пробирке макрофаги с экзосомами недиабетических пациентов и диаэкзосомами. Анализ показал, что в первом случае иммунные клетки выделяли факторы, которые способствуют снижению воспаления и заживлению раны, а во втором — продуцировали провоспалительные факторы. Диаэкзосомы вызывают отклонения от каскада заживления, так что разрешение воспаления оказывается под угрозой. И это не ограничивается только ранами. Поскольку экзосомы отвечают за многие функции в организме, диаэкзосомы могут играть роль в других диабетических осложнениях, — Чандан Сен, соавтор

исследования. Ученые исследуют возможные способы восстановления корректной работы наночастиц в организме пациентов с диабетом. Они рассматривают два возможных решения: воздействовать на клетки, чтобы восстановить нормальный состав экзосом, либо изолировать клетки и «загрузить» недостающие вещества, чтобы после изменений ввести частицы в рану.

Сеть мировой продовольственной системы генерирует до 37% выбросов парниковых газов на планете каждый год. Поскольку к середине столетия население Земли приблизится к 10 млрд человек, выбросы парниковых газов в продовольственной системе, если их не остановить, вырастут до 50% и 80% к 2050 году. Новое исследование (Benjamin Z. Houlton, the Ronald P. Lynch Dean of the College of Agriculture and Life Sciences at Cornell University, and Maya Almaraz at Princeton University) показывает, что современные сельскохозяйственные технологии и управление могут привести к более чем 13 млрд тонн чистых отрицательных выбросов парниковых газов в год. А вот переход населения на определенную диету, наоборот, не сильно поможет. Предыдущие исследования показали, что изменение рациона питания во всем мире является ключом к сокращению выбросов парниковых газов в секторе продовольственных систем. Если к 2050 году вся человеческая популяция примет «флекситарианскую» (преимущественно растительную) диету, которую пропагандирует комиссия EAT-Lancet, то, по оценкам ученых, это приведет к сокращению выбросов парниковых газов на 8,2 млрд метрических тонн. Это не дотягивает до цели по чистым отрицательным выбросам. Исследование рассматривает как изменение рациона питания, так и сельскохозяйственные технологии как различные варианты сокращения выбросов, включая связывание углерода. В отличие от явной пользы сельскохозяйственных технологий в достижении массовых отрицательных выбросов в секторе, изменение диеты оказало незначительное влияние на захват углерода.

Новая модель показала, что наиболее эффективный способ снижения выбросов — модификации почвы для культурных растений (биоуголь, компост и минеральные добавки), развитие агролесоводства, продвижение практик устойчивой добычи морепродуктов и поощрение производства удобрений на основе водорода. Например, к культурным почвам можно добавлять кремнеземный порошок раз в пять лет, чтобы ускорить образование карбонатов. Этот процесс поглощает углекислый газ и удерживает несколько миллиардов метрических тонн углерода ежегодно. Благодаря агролесоводству посадка деревьев на неиспользуемых сельскохозяйственных угодьях может улавливать до 10,3 млрд метрических тонн углерода ежегодно. Морские водоросли можно выращивать на поверхности океана, а затем погружать в глубокое море, удаляя до 10,7 млрд метрических тонн углекислого газа. Добавки в корм для скота сократят выбросы метана на 1,7 млрд метрических тонн, а применение биоугля на пахотных землях снизит выбросы оксида азота на 2,3 млрд метрических тонн. Действия по защите окружающей среды продовольственной системы должны начинаться на региональном уровне. Переход на более здоровую диету полезен, но для достижения отрицательных выбросов парниковых газов в мировом масштабе необходимо широкое использование сельскохозяйственных технологий и методов управления. Исследователи из США разработали новый тип материала на основе морских водорослей и бактерий, который может экологично очистить воду от загрязняющих

веществ, сообщает Калифорнийский университет в Сан-Диего. Недавно разработанный материал представляет собой напечатанную на 3D-принтере структуру, которая состоит из природного полимера на основе морских водорослей – альгината – и цианобактерий. Полимер превратили в гель, а бактерии «запрограммировали» так, чтобы они могли самоликвидироваться при контакте с молекулой под названием теофиллин, которая часто содержится в чае и шоколаде. Это дает возможность устранить их после того, как они выполнили свою работу.

Смесь из полимера и бактерий загрузили в 3D-принтер. Исследователи (Debika Datta, Elliot L Weiss, Jonathan K Pokorski) обнаружили, что решетчатая структура хорошо подходит, чтобы поддерживать жизнь бактерий. Выбранная форма имеет высокое соотношение площади поверхности к объему, что позволяет большинству цианобактерий располагаться вблизи поверхности материала, получая доступ к питательным веществам, газам и свету. Увеличенная площадь поверхности также делает материал более эффективным при обеззараживании. В качестве эксперимента ученые генетически модифицировали цианобактерии в своем материале, чтобы они постоянно производили обеззараживающий фермент – лакказу. Исследования показали, что лакказу можно использовать для нейтрализации различных органических загрязнителей, включая бисфенол А (BPA), антибиотики, фармацевтические препараты и красители. В испытаниях материал обесцвечивал водный раствор, содержащий краситель индигокармин, который широко используют в текстильной промышленности при производстве джинсовой ткани.

Инженеры показали, что специальная обработка поверхностей предотвращает формирование микробных и грибковых пленок в космосе. Исследователи из Массачусетского технологического института разработали технологию обработки поверхностей для предотвращения формирования микробных биопленок в условиях микрогравитации. Тестирование на борту Международной космической станции (МКС) подтвердило эффективность технологии. Исследователи использовали поверхность из кремния, который был выпущен для создания множества наноразмерных столбиков. Заготовку пропитывали силиконовым маслом, которое втягивается в текстуру и удерживается на месте за счет капиллярного действия, оставляя гладкую и очень скользкую поверхность. Это значительно снижает адгезию микробов и предотвращает образование биопленки.

Идентичные эксперименты проводились на Земле и на космической станции для определения различий, создаваемых микрогравитационной средой на орбите. К удивлению исследователей, поверхность, наполненная жидкостью, в космосе показала себя даже лучше, чем на Земле: на МКС формирование биопленки снизилось на 86%, а на планете — на 74%. Биопленки — это множество микроорганизмов, расположенных на поверхности, клетки которых связаны между собой. Формирование таких структур засоряет фильтры и шланги устройств космических станций и может вызывать болезни у астронавтов и космонавтов. Засоры в шлангах системы рекуперации воды на борту МКС временами были настолько серьезными, что компоненты приходилось отправлять на Землю для очистки и ремонта. Предотвращение образования биопленок будет особенно важно для будущих длительных миссий, например, на Луну или Марс. В таких путешествиях невозможно будет отправить компоненты для ремонта на Землю. Если технология

подтвердит эффективность в длительных экспериментах, ее можно будет использовать для модернизации многих компонентов космических кораблей.

Физики используют микроволновое излучение для охлаждения молекулярного газа до сверхнизких температур и состояния близкого к молекулярному конденсату Бозе — Эйнштейна. Исследователи из Колумбийского университета используют микроволны для создания экранов вокруг молекул натрия-цезия в молекулярном газе. Защита стабилизировала молекулы и помогла физикам охладить их до самых низких температур, едва не создав неуловимый молекулярный конденсат Бозе — Эйнштейна (бозе-конденсат). Исследователи Niccolò Bigagli, Claire Warner, Weijun Yuan использовали микроволны, излучаемые специальной антенной, чтобы продлить срок жизни бозонного газа молекул натрия-цезия с нескольких миллисекунд до более чем одной секунды, что является важным первым шагом к их охлаждению. Используя «долговечный» образец газа, физики охладили его до температуры 36 нК — чуть выше, необходимой молекулам для образования бозе-конденсата. Микроволны — это форма электромагнитного излучения, заставляющая молекулы вращаться. Если рассматриваемые молекулы — это вода в продуктах, помещенных в микроволновую печь на кухне, вращение создает трение, которое в конечном итоге нагревает еду, объясняют ученые.

В физической лаборатории для газа натрия-цезия, микроволны создают экран, который предотвращает прилипание молекул друг к другу и потерю их из образца. Удерживаемые на месте молекулы можно подвергнуть испарительному охлаждению. Этот процесс аналогичен обдуванию горячей чашки кофе: после удаления верхнего слоя «горячих» молекул оставшиеся нагреваются до более низкой температуры. Конденсат Бозе — Эйнштейна — это агрегатное состояние материи, при котором отдельные частицы при ультранизких температурах и низких плотностях конденсируются в неразличимое целое. В таком состоянии на макроуровне начинают проявляться квантовые эффекты. Все бозе-конденсаты, созданные до сих пор для решения фундаментальных вопросов квантовой механики, состояли из атомов. Гораздо сложнее сделать молекулы достаточно холодными, чтобы приблизиться к состоянию бозе-конденсата, которое находится на доли градуса выше абсолютного нуля, и поддерживать стабильность молекул достаточно долго для проведения экспериментов. Исследователи надеются, что, совершенствуя методику, в будущих экспериментах они достигнут нужного охлаждения.

Исследователи из Северо-Западного университета и Института Санта-Фе разработали теоретическую модель для изучения синхронизации множества внутренних часов в организме под воздействием старения и внешнего влияния, например, смены часовых поясов. Синхронизация часов центральной и периферической системы снижает негативные эффекты. Циркадные часы — внутренние часы, по которым живет организм — присутствуют почти в каждой клетке и ткани организма. Каждый из них полагается на свой собственный набор сигналов для калибровки. Например, часы мозга зависят от солнечного света и освещения в целом, а периферические — калибруются во время еды. Исследователи построили математическую модель, объясняющую это сложное взаимодействие между системами. Теория включает две популяции связанных осцилляторов, которые имитируют естественные ритмы циркадных циклов. Каждый осциллятор влияет на другие и в то же время регулируется на основе уникальных внешних сигналов.

Используя эту модель, ученые изучили, как такая связанная система может быть нарушена и что ухудшает эффект. Они обнаружили, что общие симптомы старения, такие как более слабые сигналы циркадных часов и более низкая чувствительность к свету, приводят к тому, что система становится более уязвимой к сбоям и медленнее восстанавливается. Они также нашли новый метод ускорения восстановления после смены часовых поясов и подобных сбоев. Они считают, что путь к лучшему сну лежит через желудок. «Обильный обед ранним утром в новом часовом поясе поможет преодолеть смену часовых поясов. А постоянно менять график приема пищи или есть ночью не стоит, так как это может привести к рассогласованию внутренних часов», — говорит Итун Хуан, соавтор исследования. Ученые планируют исследовать другую сторону уравнения и выявить факторы, которые повышают устойчивость внутренних часов.

Исследователи из Университета Голуэя и Массачусетского технологического института разрабатывают умный имплант, способный распознать изменения в окружающих тканях и адаптироваться к ним. Разработка решает проблему долгосрочной работы имплантов с лекарствами, связанную с образованием фиброзных тканей. Организм воспринимает любое имплантируемое устройство как посторонний предмет и начинает его отторгать. Для средств доставки лекарств это связано с формированием вокруг импланта рубцовой ткани, которая постепенно закупоривает поры и снижает дозу терапии, поступающей в организм. Исследователи использовали механотерапию для уменьшения образования рубцовой ткани. Мягкий роботизированный имплант совершает в теле регулярные движения, такие как надувание и сдувание. Своевременные, повторяющиеся или разнообразные движения помогают предотвратить образование рубцовой ткани. Пористая мембрана устройства определяет формирование рубцов, которые закупоривают поры, с помощью электрического импеданса. Фиброзные клетки блокируют электрические сигналы, которые проходят через мембрану. Исследователи разработали алгоритм машинного обучения, который отслеживает такие изменения, для прогнозирования необходимого количества лекарства и силы механических движений для достижения нужной дозировки. Исследование показало, что изменение силы и количества раз, когда устройство было вынуждено двигаться или менять форму, позволяло устройству высвободить больше лекарства, помогая обойти образование рубцовой ткани. Имплантируемые системы доставки лекарств могут применяться для лечения диабета, хронических болей и других заболеваний, требующих регулярного приема терапии.

Ученые из США создали «искусственную почку» – биореактор на базе почечных клеток, способный выполнять некоторые ключевые функции этого органа. Такие устройства могут позволить людям с почечной недостаточностью отказаться от процедуры диализа, сообщила пресс-служба университета Калифорнии в Сан-Франциско (UCSF). Биореактор успешно внедрили в организм свиней без отторжения со стороны иммунной системы. «Цель наших опытов заключалась в безопасном воспроизведении ключевых функций почек. Созданные нами биоискусственные почки повысят эффективность терапии болезней выводящей системы, а также сделают эти процедуры гораздо более комфортными и переносимыми для пациентов», — заявил профессор UCSF Шуво Рой, чьи слова приводит пресс-служба вуза. Исследователи уже несколько лет работают над созданием

альтернативы системам диализа, которые используют для очистки крови от излишков веществ, воды и токсинов у людей с нарушенной функцией почек. Недавно ученым удалось использовать культуры клеток из почечных канальцев для улучшения состояния больных, тяжело переносивших подключение к аппарату диализа.

Этот успех натолкнул ученых на мысль, что эти же самые клетки можно использовать для создания изолированного от иммунной системы биореактора, который выполнял бы функцию почек прямо в организме. Для этого исследователи создали силиконовую оболочку, изолировавшую искусственное подобие почки от остального тела, наполнили ее клетками почечных канальцев и имплантировали ее в тело нескольких животных. Последующие наблюдения показали, что биореактор успешно «подключился» к кровеносной и выводящей системе животных и начал фильтровать кровь, не вызывая реакции отторжения на протяжении более недели после имплантации. По словам исследователей, это открывает дорогу для более длительных испытаний биореактора на животных, а впоследствии для клинических опытов на добровольцах. Со временем авторы разработки планируют добавить в биореактор клетки почек, выполняющие другие жизненно важные функции, такие как высвобождение гормонов, регулирующих кровяное давление. «Нам необходимо было доказать, что корректно функционирующий биореактор не потребует приема лекарств, подавляющих иммунитет, и мы это успешно сделали. Мы не зафиксировали никаких осложнений, благодаря чему теперь мы можем расширить эксперимент и постепенно включить в человеческую версию биореактора полный набор всех функций почек», – отметил профессор Рой.

Финские и американские (Mikko Möttönen and David Hall) ученые, специализирующиеся на топологических монополях, получили редкую возможность изучить странный вид одностороннего магнетизма в облаке газа, охлажденного до криогенных температур. Эти кольцевидные структуры, получившие название «кольцо Алисы», подтвердили давнюю гипотезу распада монополей. «Впервые наша коллаборация смогла воссоздать кольца Алисы в природе. Это грандиозное достижение, — заявил профессор Микко Моттонен из Университета Аальто. — Это фундаментальное исследование открывает путь к пониманию работы этих структур и их аналогов в физике частиц». Коллаборация, посвященная исследованиям монополя, доказала существование квантового аналога магнитного монополя в 2014 году, изолировала квантовые монополи в 2015-м и наблюдала распад одного монополя в другой в 2017-м. Монополи — разновидности диполей, но с одним магнитным полюсом вместо двух. Они бывают заряжены только отрицательно или только положительно. Звучит просто, но на деле реализовать истинный монополь оказалось чрезвычайно сложной задачей. Исследователи из Коллаборации выполнили ее с помощью атомов рубидия, охлажденных почти до абсолютного нуля. В таких условиях они смогли создать монополь, направив нулевую точку трехмерного магнитного поля в квантовый газ.

Эти квантовые монополи крайне недолговечны по природе и распадаются через миллисекунды после появления. В состоянии такой нестабильности и возникают кольца Алисы. «Представьте себе монополь как яйцо, балансирующее на вершине холма, — сказал Моттонен. — Малейший толчок может столкнуть его вниз. В определенном смысле, монополи подвержены шуму, который запускает их распад в

кольца Алисы». Несмотря на недолговечность колец Алисы, ученые смогли стабилизировать их на 84 мс — это в 20 раз дольше их обычного срока жизни. Это достижение позволяет предположить, что в будущем получится открыть еще более странные свойства монополей. На первый взгляд, кольца Алисы выглядят совсем как монополи, но если заглянуть внутрь кольца, картина меняется. Все начинает выглядеть как будто в зеркальном отражении, как если бы кольцо было проходом в мир антивещества, пояснили ученые. Теоретически, монополь, пройдя сквозь кольцо Алисы, должен превратиться в анти-монополь с противоположным зарядом. Соответственно, заряд кольца Алисы тоже меняется. Хотя этот феномен еще не был подтвержден экспериментально, Моттонен и его коллеги убеждены, что топологическая структура колец Алисы влечет за собой такое поведение.

Биоинженеры из Института биомедицинских инноваций Тerasаки (ТБИ) разработали биочернила, которые содержат микрочастицы, доставляющие белок, который усиливает образование зрелой скелетной мышечной ткани. Разработка, выполненная под руководством проф. Natan Roberto de Barros позволит в будущем успешно лечить людей, страдающих от потери мышечной массы или травм. Новые биочернила состоят из GelMA (биосовместимого гидрогеля на основе желатина), клеток миобластов и микрочастиц, разработанных для устойчивой доставки инсулиноподобного фактора роста-1 (IGF-1). IGF-1 — белок, который способствует и восстановлению мышц, если он присутствует в течение как минимум десяти дней. Чтобы обеспечить продолжительное высвобождение IGF-1 в напечатанной мышце в течение нескольких дней, исследователи изготовили микрочастицы одинакового размера. На их поверхности расположили IGF-1, которые постепенно высвобождались, когда разлагались микрочастицы. Через неделю после того, как мышечные конструкции были созданы с помощью новых биочернил, исследователи наблюдали, как миобласты выравниваются и превращаются (дифференцируются) в мышечные трубки, которые росли и удлинялись значительно больше, чем конструкции без длительного высвобождения IGF-1. При этом через десять дней после биопечати конструкции мышечной ткани, устойчиво высвобождающие IGF-1, начали спонтанно сокращаться. В доклинических исследованиях напечатанные конструкции вживили мышам. И у этих мышей — в отличие от мышей из контрольной группы — наблюдалась самая высокая степень регенерации мышечной ткани через шесть недель после имплантации. Дополнительные эксперименты *in vivo* показали, что длительное высвобождение IGF-1 также запускает хорошо регулируемую воспалительную реакцию, которая оказывается полезной для восстановления тканей.

Инженеры из Массачусетского технологического института использовали сферические магнитные полимеры Dynabeads для проведения бактериального анализа. Рассеянное свечение от частиц, зафиксированное романовским спектрометром, «выдает» наличие патогенов. Этот метод поможет врачам быстро определять источник инфекции и выбирать целевой антибиотик. Dynabeads — это крошечные однородные частицы, изготовленные из магнитного железного сердечника и полимерной оболочки. На поверхность частиц исследователи наносят антитела, чувствительные к заданным бактериям. При смешивании с жидкостью, например, с кровью или водой, целевые молекулы оседают на Dynabeads. Используя магнит, ученые могут осторожно притянуть шарики ко дну флакона и отфильтровать

их из раствора. Исследователи обнаружили, что магнитные шарики обладают уникальной и сильной рамановской сигнатурой — «отпечатком» молекулы, который показывает, как она рассеивает свет. Обнаружение такой «подписи» сигнализирует, что в образце присутствует целевой патоген. Исследователи проверили метод для поиска бактерий сальмонеллы в воде. Зараженную воду смешали с Dynabeads, покрытыми антителами к этой бактерии. После этого с помощью магнитов шарики изолировали на предметных стеклах и изучили под микроскопом. За 0,5 с прибор проверил образцы и обнаружил характерную рамановскую сигнатуру.

Анализ можно использовать, чтобы быстро дать положительный или отрицательный ответ: есть ли примеси или нет? Потому что даже несколько патогенов могут вызывать клинические симптомы, — Лоза Тадессе, соавтор исследования. Доля патогенов в биологических образцах мала. Чтобы обнаружить их под микроскопом, посев традиционно выращивается в благоприятных культивируемых условиях. Это занимает от нескольких дней до нескольких недель. Метод, предложенный инженерами, сокращает время анализа для быстрой диагностики и начала целевого лечения, например, в случае острого сепсиса. Исследователи работают над созданием портативной тест-системы для клинических лабораторий.

Специалисты из США разработали новый тип медицинского сонографа — лазерное ультразвуковое устройство (NCLUS), которое делает снимки внутренних органов, кровеносных сосудов, мышечных тканей и сухожилий не только неинвазивно, но и бесконтактно. Кроме того, оно измеряет прочность костей и может использоваться для отслеживания хода заболеваний. При проведении процедуры УЗИ к коже пациента прижимают ультразвуковой датчик, который излучает звуковые волны, проходящие через ткани тела и отражающиеся от различных типов клеток: жира, мускулов, кровеносных сосудов, костей. Эхо от этих волн создает снимок внутренностей, а особые режимы обработки данных позволяют построить изображения в двух или трех измерениях. Несмотря на высокую точность современных аппаратов УЗИ, метод не лишен недостатков. Управление датчиком вручную требует опыта, а давление прибора вызывает непредсказуемые изменения в свойствах тканей, которые влияют на траектории звуковых волн. Вдобавок даже небольшой наклон датчика меняет угол обзора и лишает картину точности. Все это не позволяет с достаточной уверенностью использовать снимки УЗИ в медицине. Например, невозможно установить, увеличивается или уменьшается опухоль или где она расположена.

Команда инженеров из MIT и Общеклинической больницы Массачусетса решила эту проблему путем автоматизации получения ультразвуковых изображений и внедрения лазерного позиционирования. Благодаря отсутствию контакта с кожей пациента не возникает изменений в тканях. Уникальные маркеры на коже позволяют точно воспроизводить снимки, а специальная программа сравнивает результаты сканирования. Бесконтактный метод подходит для обследования чувствительных и болезненных зон или в случае риска заражения. «NCLUS может делать снимки больных с ожогами или травмами, с глубокими повреждениями тканей прямо в процессе операции, недоношенных детей, требующих интенсивного ухода, пациентов с травмами шеи и позвоночника, инфицированных заразными болезнями», — сказал Роберт Хаупт, руководитель

исследовательской группы. В состав комплекса NCLUS входит импульсный лазер, передающий оптическую энергию через воздух на поверхность кожи. Импульс вызывает мгновенное локальное повышение температуры и деформацию кожи из-за эффектов термоупругости, которые, в свою очередь, генерируют ультразвуковые волны — такое явление называют фотоакустическим. Оптический импульс передает достаточно ультразвуковой энергии на частотах, совместимых с современными аппаратами УЗИ, и не вызывает никаких неприятных ощущений на коже. В 2019 году команда MIT разработала первый опытный образец устройства, но тогда его разрешение было существенно ниже, чем у традиционных аппаратов УЗИ. Будущие модели стали работать быстрее и на более высоких частотах, добившись разрешения в 200 микрон. Дальше инженеры планируют заняться разработкой аппарата NCLUS для применения в военно-полевых госпиталях.

Американские химики создали вещество, меняющее реакцию полимеров на температурные перепады, что повысило их стойкость к износу и сделало похожими на металлы. Разработка может найти применение в самых разных сферах — от производства смартфонов до ракетостроения. Полимеры, к которым относят различные виды пластмасс, состоят из длинных цепочек соединенных вместе молекул. Эти химические связи обеспечивают прочность полимеров и делают их подходящим материалом для корпусов изделий с хрупкими компонентами внутри. Но, как и все на свете, полимеры со временем изнашиваются. В особенности разрушительны для них перепады температур. Поскольку полимеры быстро расширяются при нагреве и сжимаются при охлаждении, они страдают сильнее, чем металлы и керамика, в которых эти колебания происходят медленнее. Это несоответствие создает проблемы поставщикам техники. Например, в электронике, такой как смартфоны, пластмассовый корпус вмещает экран и прочие детали, в том числе из металла и керамики. Все они скручены, склеены или еще как-то скреплены друг с другом. Расширяясь и сжимаясь с разной скоростью, компоненты создают взаимную нагрузку, что может вести к деформации и растрескиванию. В случае с трубами такие повреждения оборачиваются протечками. В автомобилестроении и для пластикового сайдинга сильный нагрев и морозы тоже чреваты деформацией и трещинами.

Материаловеды из Национальной лаборатории Сандия (США) решили исправить недостаток, на который жалуются производители. Созданное ими вещество легко встраивается в полимер и меняет его свойства. С добавкой величина расширения и сжатия при перепаде температур у полимерных материалов становится близкой к показателям у металлов. «Ничего подобного в мире нет. Я воодушевлен возможностями этой технологии и вариантами ее применения», — заявил один из разработчиков добавки Эрик Нэйгель (Eric Nagel). У модифицированных таким образом материалов действительно большой потенциал. Ведь полимеры сегодня используют в электронике, системах связи, солнечных батареях, напольных покрытиях, автомобильных компонентах, печатных платах, аэрокосмических и оборонных системах. Добавку можно будет включить и в состав материалов для 3D-печати, регулируя соотношение в зависимости от температурных требований к готовым изделиям. Пока ученым удалось синтезировать вещество в небольших количествах. По словам Чада Стайгера (Chad Staiger), химика-органика из лаборатории Сандия, на приготовление 7–10 граммов

добавки сегодня уходит около 10 дней. Команда уже ищет способы нарастить производство. «К сожалению, синтез этой добавки — долгий процесс. Чем больше этапов, тем больше нужно времени и денег. В производстве более дорогих материалов, например для фармпрепаратов, обычно используют пяти- или шестиэтапный синтез. Но в случае с полимерами чем дешевле — тем лучше для широкого внедрения», — заключил Стайгер.

Ученые из Австрии и США разработали новый тип квантового компьютера, в котором для моделирования комплексных физических систем используются фермионные атомы. Такой процессор может воссоздавать фермионные модели в аппаратном обеспечении при помощи фермионных затворов. Возможности нового квантового процессора были испытаны на задачах из квантовой химии и физики частиц. Фермионные атомы подчиняются принципу исключения Паули, который говорит, что два и более фермиона не могут одновременно находиться в идентичном состоянии в одной квантовой системе. Это делает их идеальными кандидатами для моделирования систем, в которых фермионная статистика играет важную роль: молекул, сверхпроводников и кварк-глюонных плазм. Фермионный квантовый компьютер собран из фермионного регистра и набора фермионных квантовых затворов.

«Регистр состоит из фермионных мод, которые могут быть либо пустыми, либо занятыми одним фермионом, — пояснил Даниэль Гонзалес Куарда. — Состояние системы, которое мы хотим моделировать, например, молекулы, состоящей из множества электронов, будет суперпозицией множества паттернов заполненности, которые можно напрямую кодировать в этот регистр». Затем эта информация обрабатывается при помощи фермионной квантовой цепи, созданной для моделирования, к примеру, временной эволюции молекулы. Любую из этих цепей можно разбить на отрезки из всего двух типов фермионных затворов: туннельный затвор и затвор взаимодействия. Ученые предложили поймать атомы фермионов оптическим пинцетом — направленными пучками лазеров, способных перемещать атомы с высокой точностью. Затворы туннелирования можно изготовить, управляя туннелированием атомов между двух оптических пинцетов, а затвор взаимодействия — путем возбуждения атомов до состояния Ридберга. Фермионные квантовые вычисления особенно полезны для моделирования свойств систем, состоящих из множества взаимодействующих фермионов: электронов в молекуле или в материале или кварков внутри протона. Таким образом, он может применяться в разных областях, от квантовой химии до физики частиц, что и продемонстрировали ученые на практике.

Ученые из Массачусетского технологического института разработали невидимую систему маркировки под названием BrightMarker. Она встраивает флуоресцентные теги в объекты, которые можно просматривать и отслеживать с помощью инфракрасной камеры. Система BrightMarker, которую разработали сотрудники Массачусетского технологического института, скрывает QR-код внутри отслеживаемого объекта, поэтому его нельзя подделать или даже увидеть. Но если навести на него инфракрасную камеру, то появляется тег вместе с информацией, которую он кодирует. С помощью программного плагина тег BrightMarker помещается в цифровую модель и экспортируется в виде файла STL. Затем, используя флуоресцентные нити в принтере, можно распечатать объект со скрытой

маркировкой. По словам команды, они не меняют форму, функцию или внешний вид объекта. Флуоресцентный материал излучает свет на ближних инфракрасных длинах волн, поэтому QR-код будет отображаться в высокой контрастности при просмотре через инфракрасные камеры. Также ученые разработали небольшие аппаратные аксессуары, которые можно было прикрепить к смартфонам или гарнитурам VR/AR для обнаружения тегов.

Тейлситтер — летательный аппарат с жестким крылом, который взлетает и садится вертикально на хвостовое оперение, а в полете поворачивается в горизонтальную плоскость. Идея принадлежит Николе Тесле, но до сих пор из-за ряда сложностей она не была реализована в авиации. Пока не появились дроны. Для БПЛА такая конструкция обеспечивает более высокую скорость и эффективность, присущую аэропланам, а также возможность зависать в воздухе, как вертолеты. Обычно при разработке алгоритма планирования траектории полета дронов динамику системы либо упрощают, либо используют два различных режима: вертолетный и аэропланый. Специалисты из MIT создали алгоритм, рассчитывающий траекторию и выполняющий полет максимально агрессивно, со всей доступной мощностью. Для этого они применили модель общей динамики, которая учитывает все полетные условия. А затем добавили параметры дифференциальной плоскостности, обеспечивающие эффективность работы алгоритма. При расчетах траектории главное — добиться полета аппарата по запланированной траектории. Поскольку тейлситтеры — это сложные системы с роторами и закрылками, и должны выполнять сложные воздушные маневры, обычно расчеты траекторий занимают много времени. Введя дифференциальную плоскостность, конструкторы смогли использовать математическую функцию, чтобы быстро проверять осуществимость траекторий. С вычислительной точки зрения это просто и дешево. Испытания показали, что тейлситтеры с таким алгоритмом могут выполнять сложные фигуры пилотажа: петли, бочки, спирали, а затем три коптера устроили воздушную гонку, совершая сложные, синхронные маневры, имитирующие полет через разрушенное здание и уклонение от препятствий на большой скорости. Все эти действия было бы невозможно спланировать в реальном времени без нового алгоритма. И мультикоптеры, и дроны с неподвижным крылом потребляют много энергии при сопротивлении ветру. Беспилотник вертикального взлета и посадки Morpho, который объединил в себе качества крылатых дронов и квадрокоптеров, решает эту проблему с помощью трансформирующихся крыльев, которые адаптируются под потоки ветра. Дрон может использовать крылья как паруса, а не тратить энергию батареи на сопротивление ветру.

Характеристики ячеистых материалов зависят от механических свойств ячеек. Такая структура позволяет, к примеру, костям сохранять прочность, оставаясь легкими. Специалисты из MIT (США) применили тот же подход для создания искусственных материалов. Меняя геометрию ячеек, они смогли настроить их механические, тепловые и акустические параметры. Разработка может найти применение в авиа- и автомобилестроении, в космонавтике. Сетчатые инженерные конструкции часто выполняют несущую функцию в композитных многослойных структурах. Так, например, устроено авиационное крыло, под оболочкой которого находятся пересекающиеся диагональные балки, образующие ячейки. Такая структура обладает высокой прочностью и малым весом. Ячейки, состоящие не из

балок, а из пластин, еще прочнее, но из-за сложной формы их трудно изготавливать, особенно для крупных объектов.

Специалисты из MIT обошли эту трудность с помощью древнего японского искусства киригами — создания трехмерных объектов из определенным образом разрезанной бумаги. Для того чтобы прочно соединить ячеистые структуры с верхним и нижним слоем панели-сэндвича, инженеры модифицировали одну из техник сгибания бумаги и нашли способ крепить пластины без особого труда, на болтах или заклепках. В процессе проектирования и производства инженеры получили также возможность управлять определенными механическими свойствами: жесткостью, прочностью, модулем изгиба. Эту информацию, как и 3D-форму, они закодировали в кромкогибочную карту, которая используется для создания подобных объектов. Для испытания метода были изготовлены алюминиевые структуры, которые показали прочность на сжатие свыше 62 кН при массе всего 90 кг на квадратный метр. При этом прочность материала позволяла выдержать в три раза больше нагрузки, чем обычный гофрированный алюминий. Такая технология может быть использована для производства разнообразных материалов — стальных и композитных — необходимых в аэрокосмической или автомобильной индустрии. В будущем, для облегчения непростого процесса моделирования таких конструкций, разработчики планируют создать доступные инструменты проектирования под CAD.

Специалисты по прикладной химии из США разработали новый, стабильный фотомеханический материал, способный трансформировать энергию света в механическую работу без выделения тепла или электричества. Разработка открывает инновационные возможности производства энергоэффективных, беспроводных и дистанционно управляемых систем для робототехники, космонавтики или биомедицины. Материал, созданный в Университете Колорадо в Боулдере, состоит из крошечных органических кристаллов, которые под действием света начинают сгибаться. Приводы, изготовленные из этих кристаллов, могут стать альтернативой соленоидам с возможностью беспроводного управления или питания роботов или транспортных средств. А повышение эффективности прямого преобразования света в работу позволяет избежать громоздких систем управления теплом и тяжелых электронных компонентов. Отличие этих кристаллических приводов от тех, которые создавались ранее, в том, что они быстрее реагируют на свет, дольше служат и могут поднимать в процессе разгибания более весомый груз. Когда материал под действием света меняет форму, он действует как мотор или привод, сгибая или поднимая объекты намного большего веса. Например, полоска кристаллов массой 0,02 мг поднимает нейлоновый шарик массой 20 мг, то есть в 1000 раз больше. При создании материала были использованы массивы органических кристаллов внутри полимеров с губчатой структурой. Выросшие внутри пор размером в несколько микрон кристаллы обладают высокой долговечностью и эффективностью в производстве электроэнергии под действием света. Их гибкость и простота формовки делают их пригодными для широкого применения.

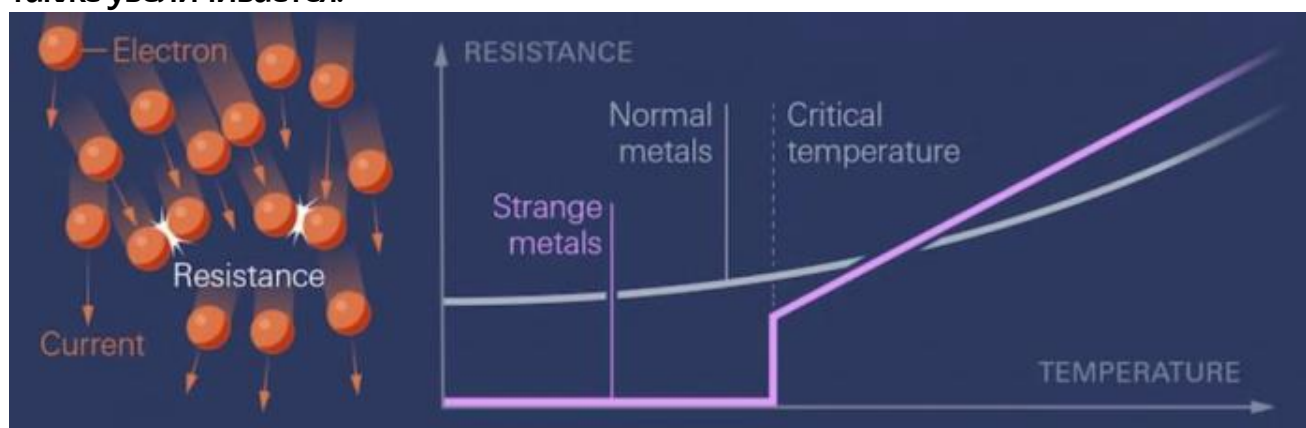
На отопление и охлаждение помещений приходится 13% мирового энергопотребления и 11% выбросов парниковых газов. Ученые Стэнфордского университета изобрели новый вид краски, которая может сохранять в домах прохладу летом и тепло зимой, значительно снижая потребление энергии, расходы

на нее и выбросы парниковых газов. Краска, отталкивающая инфракрасное излучение, выдерживает как экстремально высокие, так и низкие температуры, и ее можно наносить на любые поверхности. Современные краски с низким коэффициентом излучения обычно имеют металлический серебристый или серый цвет, который ограничивает их использование. Новые краски состоят из двух слоев, наносимых отдельно: отражающий инфракрасное излучение нижний слой с использованием алюминиевых хлопьев и ультратонкий, прозрачный для инфракрасного излучения, верхний слой с использованием неорганических наночастиц и с широким спектром цветов. Для сохранения тепла краску можно наносить на наружные стены и крыши. Большая часть этого инфракрасного света проходит через цветной слой краски, отражается от нижнего слоя и возвращается обратно в виде света, не поглощаясь строительными материалами в виде тепла. Чтобы сохранить тепло внутри, краски наносят на внутренние стены, где, опять же, нижний слой отражает инфракрасные волны. До 80% высокочастотного среднего инфракрасного света отражается красками, сохраняя тепло внутри в холодную погоду и снаружи в жару. Цветной слой также отражает некоторое количество ближнего инфракрасного света, снижая потребности в кондиционировании воздуха.

Исследовательская группа протестировала краски белого, синего, красного, желтого, зеленого, оранжевого, фиолетового и темно-серого цветов. Они оказались в 10 раз лучше, чем обычные краски тех же цветов, при отражении инфракрасного излучения. Двухслойная краска хорошо ложится на самые разные поверхности и материалы, поэтому ее можно наносить не только на здания. Например, можно красить грузовики и вагоны поездов, используемые для рефрижераторных перевозок, в которых затраты на охлаждение занимают до половины стоимости доставки грузов. Краски также протестировали на практичность в различных ситуациях. Оба слоя водоотталкивающие, что повышает устойчивость во влажной среде. Окрашенные поверхности можно очищать от грязи влажной тряпкой или водой. Эксплуатационные характеристики и эстетический вид красок не ухудшились после непрерывного воздействия в течение одной недели высокой температуры (80°C) и низкой температуры (-195°C). Высокая и низкая кислотность также не нанесли краске какого-либо вреда. Новые краски сократили потребление энергии для нагрева примерно на 36% в экспериментах в искусственной холодной среде. Энергия, необходимая для охлаждения, снизилась на 21% в искусственных теплых условиях. При моделировании типичного многоквартирного дома средней этажности в различных климатических зонах США с новой краской на наружных стенах и крышах общее потребление энергии на отопление, вентиляцию и кондиционирование воздуха уменьшилось на 7,4% в течение года.

Исследователи определили механизм, который отвечает за необычное поведение «странных металлов». Исследователи из Центра вычислительной квантовой физики Института Флэтайрона разработали теорию, которая объясняет почему в «странных металлах» течение электронов при низких температурах отличается от других ферми-жидкостей. Эта загадка ставила в тупик квантовых физиков на протяжении 40 лет. «Странные металлы» часто являются сверхпроводниками при очень низких температурах. Но при нагреве до критического уровня сопротивление в этих материалах начинает расти линейно и достигает больших значений. Это соотношение означает, например, что странный

металл при нормальных условиях сопротивляется потоку электронов больше, чем обычный, такой как золото или медь. Идея ученых основана на сочетании двух свойств «странных металлов». Во-первых, их электроны могут быть квантово-механически запутаны друг с другом и остаются в таком состоянии даже на большом расстоянии. Во-вторых, «странные металлы» отличаются неоднородным, лоскутным расположением атомов. Неравномерность расположения атомов означает, что запутывания электронов различаются в зависимости от того, где оно произошло, объясняют физики. Это разнообразие добавляет хаотичности импульсу электронов, когда они движутся через материал и взаимодействуют друг с другом. Электроны в таком материале не текут в едином потоке, а толкают друг друга во всех направлениях, что приводит к электрическому сопротивлению. Поскольку частота столкновений изменяется с ростом температуры, электрическое сопротивление также увеличивается.



Изменение удельного сопротивления в обычных и «странных» металлах. Изображение: Lucy Reading-Ikkanda, Simons Foundation

Исследователи полагают, что лучшее понимание свойств таких материалов поможет физикам разрабатывать и настраивать новые сверхпроводники, например, для квантовых вычислений.

Ученые из MIT и их коллеги создали простое сверхпроводящее устройство, которое переносит ток эффективнее, чем это было возможно прежде. В результате новый диод, выступая в роли переключателя, существенно снижает расход электроэнергии вычислительных систем. Эффективность устройства вдвое выше, чем у аналогов. Диоды — устройства, позволяющие току двигаться только в одном направлении, широко применяются в вычислительных системах. Современные полупроводящие микрочипы содержат миллиарды таких элементов. Однако из-за электрического сопротивления они нагреваются и требуют большого количества энергии на охлаждение. По данным журнала Nature за 2018 год, такие прожорливые системы могут израсходовать почти 20% мировой выработки электроэнергии за десять лет. Три года назад специалисты из MIT занимались исследованием экзотических частиц — майорановских фермионов. Ученые предположили, что эти частицы могут привести к появлению новой семьи топологических кубитов, строительных элементов квантовых компьютеров. Обдумывая методы создания сверхпроводящих диодов, ученые установили, что платформа, которую они придумали для майорановских фермионов, может подойти и для решения проблемы диодов.

Используя эту платформу, они разработали новые варианты сверхпроводящих диодов, каждый эффективнее прежнего. Один из них, например, состоял из сверхпроводящего слоя с ферромагнитным изолятором. Под действием магнитного поля устройство создавало значительный диодный эффект, сохранявший стабильность даже когда магнитное поле отключали. Это происходило, как выяснили ученые, из-за действия экранирующего эффекта Мейснера. Крошечное магнитное поле, которое они применяли — либо напрямую, либо через ферромагнитный слой — активировало механизм экранирования тока для вытеснения внешнего магнитного поля и поддержания сверхпроводимости. Также ученые обнаружили, что другой ключевой фактор оптимизации этих диодов состоит в мельчайших различиях между двумя сторонами, или гранями устройства. Они создают нечто вроде асимметрии в том, как магнитное поле проникает в сверхпроводник. Разработав свои формы граней, исследователи оптимизировали эти различия и увидели, что они могут поднять эффективность с 20% до 50% с лишним.

Новое исследование физиков из США показало, что спрятанный внутри магнитных материалов свет может существенно усилить их природные свойства. Изучение оптического резонанса магнитов имеет важное значение для разработки магнитных лазеров и магнитооптических запоминающих устройств, а также для технологии квантовой трансдукции. В новой статье журнала Nature ученые из Городского колледжа Нью-Йорка рассказали о свойствах многослойного магнита со связанными экситонами — квазичастицами с особенно сильным оптическим взаимодействием. Благодаря этому материал может улавливать свет. Как показали эксперименты, оптический отклик материала на магнитные феномены на порядки выше, чем у типичных магнитов. «Поскольку свет мечется вперед-назад внутри магнита, взаимодействие повышается само собой», — пояснил Флориан Дирнбергер, главный автор статьи. Обычно свет не реагирует на магнитное воздействие так сильно. А в этом случае отражение свет в ближнем инфракрасном спектре изменилось так сильно, что материал фактически сменил цвет. Что касается практического применения открытия, то ученые надеются, что однажды при помощи этого эффекта можно будет создавать магнитно-лазерные аппараты, а также переосмыслить прежние идеи магнитооптических носителей информации.

Исследователи Вашингтонского университета в Сент-Луисе разработали шариковую ручку со специальными чернилами, которые при «писью» создают гибкие, растягивающиеся оптоэлектронные устройства на повседневных материалах, включая бумагу, текстиль, резину, пластик и 3D-объекты. Простой и универсальный подход позволяет любому человеку изготовить собственный светодиод или фотодетектор без необходимости специального обучения или громоздкого оборудования. Гибкая оптоэлектроника может сгибаться и складываться, сохраняя при этом функциональность. Технология изготовления новых портативных устройств основана на более ранней работе ученых, в которой они продемонстрировали способ изготовления растягиваемых светодиодов с помощью струйного принтера. На сей раз исследователи задействовали шариковую ручку, наполненную специально разработанными чернилами из проводящих полимеров, металлических нанопроволок и перовскитов. Положив на материал слой

за слоем эти чернила, подобно использованию ручек с разноцветными стержнями, можно создавать функциональные устройства, включая одноразовую электронику.

Команда уже разработала чернила для печати, но перед их использованием в стандартных шариковых ручках потребовалось несколько настроек. Главной задачей было контролировать степень смачиваемости и улучшить качество записи. Было важно, чтобы чернила можно было наносить на пористые и волокнистые подложки, такие как бумага и текстиль, без размазывания или смешивания. Слои должны были лежать отдельно, чтобы обеспечить функциональность и высокую производительность оптоэлектронных устройств и избежать нечеткого дизайна. Перевод чернил с принтера на шариковую ручку гораздо сложнее, чем может показаться. Чернила имеют особую формулу, что делает ручки универсальными и способными работать на разных материалах. Важно, чтобы каждый слой устройства был эластичным и мог выдерживать основные виды деформации — чтобы сгибание, растяжение и скручивание не влияли на его работу. Например, светодиоды, нарисованные на перчатке, должны выдерживать сжатие и разжатие кулака, а светодиоды на резиновом воздушном шаре — многократное надувание и сдувание.

Создание чернильных ручек, которые работают на разных поверхностях, от бумаги до воздушных шариков для вечеринок, позволяет избежать ограничений, связанных с использованием специальных плоских подложек и дорогостоящего оборудования для производства светодиодов. Это открывает новые возможности для разработки носимых электронных устройств следующего поколения и позволит электронике стать частью повседневной жизни в более широком спектре применений. Например, в области медицины рукописные излучатели и детекторы света предоставляют большую гибкость при создании носимых биомедицинских датчиков и повязок для каждого отдельного пациента. На такие устройства можно наносить фотодетекторы и инфракрасные светодиоды для измерения пульсоксиметрии или ускорения заживления ран.

Ученые разработали новый метод вторичной переработки пластмасс в поверхностно-активные вещества, которые используются для создания моющих средств. Исследователи из Технологического института Вирджинии показали, что полиэтилен можно преобразовать в жирные кислоты, которые используются для производства мыла, моющих средств и других продуктов. Метод можно использовать для переработки пластиковых отходов в ценное сырье для производства. Химическая структура полиэтилена — одного из наиболее часто используемых пластиков в современном мире — похожа на структуру жирных кислот. Оба вещества состоят из длинных углеродных цепей, но жирные кислоты имеют дополнительную группу атомов на конце цепи. Для преобразования одного вещества в другое требовалось разбить длинные цепи в пластике на небольшие участки.

Исследователи заметили, что при неполном сгорании древесины целлюлоза, сложный органический полимер, разбивается на короткие цепи в составе дыма. Они работали над созданием способа контролируемого сжигания пластика, при котором формировался бы дым с короткоцепочечными полиэтиленоподобными молекулами. Исследователи построили небольшой реактор, похожий на печь, в котором они могли нагревать полиэтилен в процессе, называемом термолизом в температурном градиенте. Внизу печь находится при достаточно высокой температуре, чтобы разорвать полимерные цепи, а сверху охлаждается до

достаточно низкой температуры, чтобы остановить дальнейшее разрушение. Собрав остатки, полученные при термоллизе пластмассы исследователи подтвердили, что они представляли собой «полиэтилен с короткой цепью» (воска). Добавив еще несколько шагов обработки этого сырья, включая омыление, ученые получили первое в мире мыло из пластика. Хотя технология разработана для полиэтилена, тот же метод подойдет для преобразования других видов пластмасс. Исследователи отмечают простоту метода: в его основе два компонента — тепло и пластик. Хотя более поздние этапы процесса требуют некоторых дополнительных ингредиентов для преобразования молекул воска в жирные кислоты и мыло, первоначальное преобразование пластика является простой реакцией. Это способствует рентабельности метода, а также его сравнительно небольшому воздействию на окружающую среду.

США не остались в стороне от гонки вооружений и инноваций. Они инвестируют огромные суммы в разработку и производство нового поколения вооружения, которое должно было обеспечить им стратегическое преимущество над своими противниками. Ставят перед собой амбициозные цели и задачи, которые требуют применения самых передовых технологий и научных достижений. Не боятся экспериментировать и рисковать, чтобы получить желаемый результат. И вот, в 2023 году мы увидим плоды этих усилий. США готовы представить миру три новых типа вооружения, которые поразят своей эффективностью и уникальностью.

1. Гиперзвуковая ракета AGM-183A ARRW (Air-Launched Rapid Response Weapon). Это новая разработка ВВС США, которая должна стать ответом на гиперзвуковое оружие России и Китая. Эта ракета способна развивать скорость более 5 Мах (6 тысяч километров в час) и лететь на высоте 40 километров. Она может поражать наземные и морские цели на расстоянии до 1600 километров с высокой точностью и маневренностью. Она запускается с борта стратегического бомбардировщика B-52H или истребителя F-15EX. Первые испытания этой ракеты состоялись в 2021 году, а в 2023 году она должна войти в серийное производство и поступить на вооружение ВВС США. Это будет самая быстрая и смертоносная ракета в арсенале США.

2. Лазерная система HELIOS (High Energy Laser and Integrated Optical-dazzler with Surveillance). Это новая разработка ВМС США, которая должна стать эффективным средством противовоздушной и противоракетной обороны. Эта система состоит из мощного лазерного излучателя мощностью 60 киловатт, который может поражать воздушные и поверхностные цели на расстоянии до 10 километров. Кроме того, система имеет оптический ослепитель, который может нарушать работу оптических и электронных приборов противника. Система также оснащена радаром и камерами, которые обеспечивают обнаружение и сопровождение целей. Система устанавливается на борту военных кораблей, таких как эсминцы класса Arleigh Burke или крейсера класса Ticonderoga. Первые испытания этой системы состоялись в 2020 году, а в 2023 году она должна быть развернута на нескольких кораблях ВМС США. Это будет самая мощная и продвинутая лазерная система в мире.

3. Беспилотный танк RCV (Robotic Combat Vehicle). Это новая разработка Армии США, которая должна стать революцией в области наземной войны. Это беспилотный танк, который может действовать самостоятельно или под управлением оператора на расстоянии. Он имеет модульную конструкцию, которая позволяет менять его вооружение и оборудование в зависимости от задачи. Он может быть оснащен

пушкой калибра 30 или 50 миллиметров, пулеметом, гранатометом, противотанковыми ракетами или даже лазером. Он также имеет современные средства связи, навигации, разведки и защиты. Он может перемещаться по любой местности со скоростью до 70 километров в час и преодолевать препятствия высотой до 1 метра. Он может работать в течение 12 часов без подзарядки и перезаряжаться от других боевых машин или источников энергии. Первые испытания этого танка состоялись в 2020 году, а в 2023 году он должен быть принят на вооружение Армии США.

Такого рода новые разработки опираются на систематические исследования университетами США. Специальность Nuclear Engineering подразумевает работу на стратегических объектах с повышенными мерами безопасности и конфиденциальности. Ядерный инженер – это специалист, работающий с процессами деления или слияния атомных ядер. Также специалисты работают с другими процессами атомного взаимодействия, в основе которых лежит ядерная физика. Профессия Nuclear Engineering включает в себя проектирование, создание и обслуживание ядерных реакторов, атомных электростанций, ядерного оружия, медицинского оборудования и др. В профессии выделяют три основных направления: Ядерная медицина, Ядерные материалы и Радиационная защита и измерения. Профессию Nuclear Engineering предлагают многие университеты в США, и лучшие из них, это Stanford и Massachusetts Institute of Technology. Именно они занимают лидирующие позиции в рейтинге страны. Но поступить сюда могут не все желающие. Иностранцам абитуриентам прямое поступление в эти ВУЗы недоступно.

Наука, технологии и инновации играют все большую роль в современном, быстро меняющемся мире. Признание ключевой роли знаний в появлении и развитии новых секторов занятости и росте экономики привело к разработке концепции экономики знаний и политики, приводящей к ее реализации. Данный «Доклад ЮНЕСКО по науке», подготовленный более чем 50 экспертами и отражающий состояние науки, высшего образования, технологии и инноваций во всем мире, показывает, что, несмотря на кризис, расходы на исследования и разработки в мировом масштабе выросли, и это связано с тем, что научные исследования и разработки в настоящее время рассматриваются в качестве ключевого фактора экономического роста и развития. Все большее число стран, независимо от уровня доходов, стремятся к развитию научных исследований и внедрению новых технологий. Большая роль в инновационном развитии во всем мире принадлежит университетам. «Доклад ЮНЕСКО по науке» демонстрирует возможности инновационного развития человечества на основе формирования общества знания, важнейшим движущим фактором развития которого является образование, создающее и преобразующее человеческий капитал, обеспечивающее доступность знаний и информации.

В 1980-х и 1990-х, вскоре после реформ Дэна Сяопина, в КНР расцвел огромный пиратский рынок, на котором подделывалось все — от химикатов до джипов Chrysler. Дешевые аналоги мировых брендов были очень востребованы внутри страны, а со временем начали и экспортироваться. Основу этого рынка составил фальсификат музыкальной и кинопродукции на компакт-дисках, а также софт — копии программ от американских разработчиков, которые продавались по лицензии за тысячи долларов, но на китайском рынке их можно было купить за \$30–50 — ими пользовались даже китайские госструктуры. Некоторые ныне лидирующие компании из КНР начинали именно на пиратском рынке. TCL, один из ведущих китайских производителей телевизоров, начал в 1980-х под названием ТТК и производил видеокассеты. Сменить название компанию заставил иск со стороны крупнейшего в мире производителя кассет TDK из Японии, который обвинил китайцев в копировании. В 1988 году американское правительство приняло новый закон о торговле и конкуренции, который обязал регуляторы расследовать деятельность стран, потворствующих недобросовестным рыночным практикам. Китай тут же оказался в приоритетном списке контроля. В 1992 году США угрозами санкций заставили КНР принять новое законодательство об интеллектуальной собственности, аналогичное тому, что действует в развитых западных странах. Но на деле эти законы намеренно не применялись, и в 1992–1994 году ранее ориентированная в основном на внутренний рынок пиратская индустрия стала массово экспортироваться за рубеж.

После этого США не раз заключали с Китаем соглашения, которые должны были заставить правительство бороться с пиратством — но в целом воз и ныне там. В 2021 году 75% фальсификата, изъятого американскими таможенниками, поступило именно из Поднебесной. По оценке ОЭСР за 2019 год, КНР экспортирует

контрафактных товаров на сумму около \$400 млрд в год, что составляет около 16% общей стоимости его экспорта. Американские исследователи считают, что сегодня китайское правительство пытается усидеть на двух стульях. С одной стороны, сильное законодательство и правоприменение в области интеллектуальной собственности полезно для экономического развития страны. От фальсификата страдают не только иностранные компании, но и национальные производители и местные платформы e-commerce, а также репутация страны в целом. В то же время, индустрия фальсификата играет огромную роль в экономике, и если с ней слишком эффективно бороться, то можно спровоцировать масштабный кризис и безработицу. Поэтому государство борется с фальсификатом спустя рукава. Несмотря на достаточно развитое законодательство, китайские правоохранительные органы довольно редко всерьез расследуют претензии в отношении прав на интеллектуальную собственность. Поэтому часто компании — как иностранные, так и китайские, инициируют собственные частные расследования, нанимая китайских партнеров для сбора доказательств. Собрав достаточно доказательств, они представляют их местным правоохранительным органам. Однако даже при таком алгоритме шансов на защиту немного.

В Китае насчитывалось почти 520 тыс. учебных заведений в 2022 году. К концу 2022 года в Китае насчитывалось 518 500 школ всех уровней и типов, а общее число учащихся достигло 293 млн человек, свидетельствуют опубликованные данные Министерства образования КНР. Согласно данным, в 2022 году в стране было зарегистрировано 18,8 млн штатных преподавателей. В 2022 году в Китае насчитывалось 201 600 учебных заведений в рамках системы обязательного образования, в которых обучались 159 млн человек. В 2022 году в Китае насчитывалось 15 тыс. средних школ старшей ступени, число учащихся в которых увеличилось на 4,71 проц. в годовом исчислении до 9,48 млн человек.

В первые годы своего существования, коммунистический Китай опирался на технологическую поддержку Советского Союза. Но вскоре Пекин разругался с Москвой, и оказался отрезан от передовых технологий. Чтобы развиваться дальше, правительство Мао инициировало создание системы сбора технологической информации со всего мира. С каждым годом китайская система добычи технологий становилась все более разветвленной и разнонаправленной. Сегодня она включает в себя десятки ведомств и каналов: спецслужбы, дипломатические структуры, патентное ведомство, научные библиотеки, вузы, исследовательские центры, многочисленные диаспоры и НКО, и многое другое. Ключевым ведомством стал Институт научной и технической информации при китайской академии наук. К середине 1960-х на его основе была создана масштабная разведывательно-информационная система сбора технологической информации, отделения которой были в каждом китайском ведомстве и на каждом предприятии. В некоторых вузах открылись аспирантуры направлению «информация о науке и технологиях» — фактически ученые степени по глубокому анализу иностранной научной литературы.

К 1985 г. по всей стране насчитывалось 412 крупных научно-технических разведывательных институтов, задействованных в этой сети, в которых работало более 25 000 человек, а также 300 базовых ячеек в первичных организациях — компаниях и лабораториях. В 1991 году в КНР была опубликована написанная

китайскими военными толстая книга с инструкциями по сбору информации из открытых данных — «Источники и методы получения разведывательной информации о национальной обороне и технике». Она проливает свет на белые и серые методы, которые используют китайские сборщики информации. Авторы книги утверждают, что не бывает абсолютно секретной информации — нередко по крупицам из разных источников можно получить исчерпывающие сведения о самых засекреченных разработках. Книга подробно объясняет методы работы с такими источниками, как публикации Конгресса, отчеты Агентства технической информации ВС США, военные стандарты американской армии. В ней описаны американские протоколы засекречивания и рассекречивания данных, структуры ключевых органов

Еще одно ключевое направление в китайской политике по сбору иностранных технологий — вербовка иностранных специалистов, которые либо перебираются в Китай работать, либо занимаются классическим экономическим шпионажем — передают ценные сведения местным оперативникам. Основное пространство для этой деятельности — США. По подсчетам американского Минюста, около 80% дел, связанных с экономическим шпионажем, имеет китайский след. Помимо спецслужб КНР, которые отвечают в основном за нелегальные операции, ключевой гражданский орган здесь — Государственное управление по делам иностранных экспертов (SAFEA, State Administration of Foreign Experts Affairs). По мнению американских исследователей, оно координирует усилия десятков других более мелких структур, занимающихся как вполне законным наймом иностранных специалистов и налаживанием связей с зарубежным бизнесом и китайской диаспорой, так и вербовку информаторов в иностранных ведомствах и компаниях. Китайские организации, ответственные за сбор информации у иностранцев, часто используют методы, направленные на то, чтобы ценные данные были раскрыты случайно, по неосторожности или из лучших побуждений. Яркий пример — история американского физика-ядерщика Вань Хо Ли. Начиная с конца 1980-х, он регулярно получал приглашения от китайских научных организаций и университетов на симпозиумы и научные семинары, а также читал лекции студентам китайских вузов. В это время он разгласил некоторые секретные данные, связанные с американской ядерной программой и бомбардировщиками B-1 — по-видимому, это произошло в основном в частных разговорах в кулуарах научных мероприятий, и ученый даже не заметил этого. в 2010 году инженер Boeing Дуньфан Чун был приговорен к 10 годам тюрьмы за передачу КНР информации о секретных разработках. По данным дела, он собирал сведения еще с выступить в КНР, а когда те шли на обед, взламывал их компьютеры и похищал сведения, а также устанавливал на них шпионские программы. Помимо американского GE Aviation, от его действий также пострадала неназванная французская компания. 1970-х годов и получил за свою деятельность около \$3 млн. Еще один шпион — Мо Хайлун. Он попался в 2011 году, когда собирал образцы инновационных сортов кукурузы прямо на поле. Он занимался экономическим шпионажем в области АПК почти два десятка лет, официально работая в китайской сельхозфирме, где получал нереалистично большую для его должности зарплату. Эти истории происходят и по сей день. К примеру, в ноябре 2022 года, американский суд приговорил к 20 годам тюрьмы Янцзюня Сюя, которого тамошние органы считают кадровым офицером Министерства госбезопасности

Китая. Согласно обвинению, он приглашал ученых. Однако без развития собственных оригинальных технологий опережающее движение не возможно.

В Китае после 2011 г. ученым и инженерам удалось добиться некоторых выдающихся достижений, которые охватывают широкий круг областей, начиная от открытий в области физики конденсированных сред и заканчивая посадкой в 2013 г. зонда на Луне, а также созданием первого в Китае крупнофюзеляжного пассажирского самолета. К 2016 г. Китай может выйти на первое место в мире по числу научных публикаций. Тем временем в самой стране семь из десяти (69%) патентов, зарегистрированных в 2013 г. Государственным управлением интеллектуальной собственности Китая, были выданы национальным изобретателям. При этом на уровне политического руководства отмечается некоторое неудовлетворение полученной до настоящего времени отдачей от государственных инвестиций в НИОКР. Несмотря на массовое вложение средств (2,09% от ВВП в 2014 г.), лучшую подготовку исследователей и современное оборудование, ученые Китая пока не совершили прорыва в самых передовых областях. Лишь немногие результаты научных исследований были использованы для получения инновационных и конкурентоспособных продуктов. Более того, Китай имеет дефицит в объеме 10 млрд долл. США (2009 г.) в своем торговом балансе интеллектуальной собственности. Технологически многие предприятия Китая по-прежнему зависят от иностранных источников. На фундаментальные исследования идет всего 4,7% ВРНИОКР по сравнению с 84,6% расходов на экспериментальные разработки (увеличение с 73,7% в 2004 г.). Эти проблемы заставили Китай временно отказаться от своих амбициозных целей встать на путь подлинно инновационного развития. Тем временем для устранения отмеченных недостатков руководство продвигает всеобъемлющую повестку дня в области реформ. Так, Китайской академии наук было указано на необходимость повысить качество научных исследований и активнее взаимодействовать с другими участниками производства инноваций. В целях содействия передаче технологий при вице-премьере Ма Кае была создана группа экспертов для выявления передовых предприятий, способных устанавливать стратегические партнерские связи с иностранными транснациональными компаниями. Результатом стало приобретение в сентябре 2014 г. корпорацией «Интел» 20% акций государственной компании «Цинхуа юнигрупп». Новые «нормальные» (более медленные) темпы экономического роста отражают потребность Китая в переходе на новую модель экономического развития, предполагающую отказ от трудоемких, капиталоемких, энергоемких и ресурсоемких производств в пользу экономики, все больше зависящей от технологий и инноваций. На это ориентирован целый ряд стратегий, в частности, Двенадцатый пятилетний план (2011–2015 гг.), в котором конкретно предусматривается развитие технологий «умного города». Китаю удалось достичь многих количественных целевых показателей, установленных в его Средне-срочно-долгосрочном плане развития науки и технологии на 2006 – 2020 гг., и теперь он уверенно движется к достижению к 2025 г. целевого соотношения ВРНИОКР/ВВП на уровне 2,5%.

В первой половине 2023 года, например, фотоэлектрический сектор и сектор по производству литиевых батарей в Китае сохранили устойчивый рост, свидетельствуют данные Министерства промышленности и информатизации.

Согласно данным ведомства, в первом полугодии производство поликремния, кремниевых пластин, фотоэлектрических элементов и модулей в Китае выросло на 65 проц. в годовом исчислении и достигло новых максимумов. Общая стоимость экспорта фотоэлектрической продукции за этот период достигла 28,92 млрд долл. США, увеличившись на 11,6 проц. в годовом выражении. Данные также показали, что в январе-июне текущего года доходы индустрии литиевых аккумуляторов достигли 600 млрд юаней /около 83,92 млрд долл. США/. В первом полугодии текущего года так же пассажиропоток Китая вырос на 56,3 проц. по сравнению с аналогичным периодом прошлого года до 4,32 млрд человеко-раз, свидетельствуют данные Министерства транспорта КНР. В том числе, автомобильным транспортом воспользовались 2,14 млрд человек, что на 18,6 проц. больше в годовом исчислении. Количество пассажиров, совершивших поездки водным транспортом за указанный период в стране, взлетело на 146,8 проц. по сравнению с аналогичным периодом прошлого года и достигло 120 млн человек. Системы городского транспорта обслуживали 45,42 млрд пассажиров, что на 15 проц. выше прошлогоднего показателя.

Морская отрасль экономики Китая продолжила демонстрировать сильный импульс к восстановлению в первом полугодии 2023 года. Об этом сообщило Министерство природных ресурсов КНР. За первые шесть месяцев текущего года валовая стоимость морской отрасли выросла на 6 проц. в годовом исчислении до 4,7 трлн юаней /около 658,1 млрд долларов США/, ускорившись в сравнении с 5,1-процентным ростом, зафиксированным в первом квартале. Объемы добычи нефти и природного газа на море выросли в годовом выражении на 5,1 проц. и 7,2 проц., соответственно. В связи с выводом из эксплуатации старых судов, а также введением международных мер по обязательному сокращению выбросов в атмосферу в этот период резко возрос спрос на новые суда, что способствовало росту показателей судостроительного сектора. Объем новых заказов на морские суда, полученных китайскими судостроительными предприятиями, в первом полугодии увеличился на 38,1 проц. в годовом сравнении. Выручка судостроителей от основной деятельности вновь вернулась на прибыльный уровень, а маржа достигла 4 проц. По данным ведомства, за отчетный период оживился и сектор морского туризма, причем объем морских пассажирских перевозок увеличился на 130,5 проц. в годовом выражении.

КНР сегодня всё более опирается на собственные научно-технические разработки. Так в КНР Инженеры разработали прототип гибридного орнитоптера, который может садиться и ездить по вертикальным поверхностям. Помимо четырех машущих крыльев он имеет два воздушных винта и гусеничный привод с клейкими лентами, который используется для движения по стенам. Свобода передвижения, доступная летающим насекомым, давно вдохновляет инженеров, разрабатывающих беспилотники. К примеру, способность мух быстро переходить от маневренного полета к передвижению по вертикальной поверхности пытались реализовать создатели дрона SCAMP. Они оснастили квадрокоптер двумя ножками с металлическими коготками, с помощью которых дрон может передвигаться по стенам, цепляясь за мелкие неровности. В случае срыва, дрон быстро включает роторы, чтобы предотвратить крушение. Существуют и другие прототипы мультироторных дронов, со способностью садиться на стены, однако орнитоптеры

(даже с ногами) до сих пор на стену садиться не умели. Инженеры под руководством Цзи Айхуна (Aihong Ji) из Нанкинского университета авиации и космонавтики разработали гибридный орнитоптер с небольшими вспомогательными воздушными винтами. Он может садиться на вертикальные поверхности, взлетать с них, а также передвигаться по ним, используя небольшой гусеничный привод с клейким покрытием и прижимную силу пропеллеров.

Новый Китайский проект будет называться G60 Starlink и будет состоять из 12 000 спутников. Он станет альтернативой не только сервису Starlink от американской SpaceX, но и будет конкурировать с другим китайским национальным проектом спутникового интернета Guowang, в рамках которого, как ожидается, на орбиту будет выведено не менее 13 тыс. аппаратов. Тем самым Китай, видимо, копирует американскую стратегию — регуляторы США одобрили помимо Starlink создание конкурирующей спутниковой группировки Kuiper от основателя Amazon Джеффа Безоса. И это хорошо — от конкуренции 4 глобальных группировок выиграют в конечном счете их пользователи. Разработка кластера спутников G60 Starlink началась в 2016 году, однако о планах по созданию этой широкополосной группировки стало известно лишь в 2021 году. Проект G60 Starlink представляет собой инициативу, которая не связана с китайским национальным спутниковым интернет-планом Guowang. Guowang предполагает развертывание 13 тысяч спутников с целью обеспечения широкополосного интернет-покрытия и считается китайской альтернативой Starlink от SpaceX. Как будет происходить регулирование, координация и утверждение проектов Guowang и G60 Starlink неизвестно, так как оба этих проекта долгое время оставались вне публичного поля. Ранее G60 Starlink ориентировался на разработку кластера спутников для предоставления интернет-соединения, но план развёртывания конкретного созвездия оставался неясным.

В рамках первого этапа разработки будет создан центр по производству спутников, способный выпускать до 300 спутников ежегодно. Планируется, что центр начнет работу в 2023 году в районе Шанхая Сунцзян. Кроме того, заявлено, что стоимость одного спутника будет снижена на 35%. В документации, поданной в Международный союз электросвязи, предложены планы по развертыванию 36 полярных орбитальных групп, каждая из которых будет содержать 36 спутников, всего 1296 космических аппаратов. Спутники будут работать в диапазонах Ku, Q и V. Проект G60 Starlink также планирует создать центр для отслеживания и управления своей спутниковой группировкой. Новый спутниковый центр будет способствовать росту сферы китайских малых спутников. Сюда входят объекты, принадлежащие Китайской академии космических технологий (CAST), Китайской аэрокосмической научно-промышленной корпорации (CASIC) и Инновационной академии микроспутников (IAMCAS) при Китайской академии наук. Помимо них собственным производством спутников занимаются компании GalaxySpace и HKATG в Гонконге, они также будут вовлечены в работу нового центра. Предполагается, что CAST и IAMCAS участвуют в Guowang, а у CASIC собственные коммерческие проекты — группировки VLEO и Xingyun Internet of Things. В июле GalaxySpace запустила свой первый плоскостельный спутник связи. Первая партия спутников для Guowang должна быть запущена в конце этого года ракетой Long March 5B с разгонным блоком Yuanzheng-2. Китай также строит новые стартовые площадки на острове Хайнань с целью увеличения частоты проведения коммерческих запусков.

Новые роботы, которые уже прошли необходимые испытания, будут использоваться в качестве обслуживающего персонала самого большого в мире радиотелескопа с заполненной апертурой FAST в китайской провинции Гуйчжоу. По данным китайского государственного информационного агентства «Синьхуа», одной из важнейших задач новых роботов будет замена специальных датчиков в тарелке, помогающих передавать радиосигналы в кабину подачи. Они встроены в алюминиевые отражатели, из которых состоит тарелка, и могут быть повреждены людьми, тогда как роботы весят значительно меньше человека. Специалисты подсчитали, что новые роботы, обслуживающие FAST, смогут быстрее проверять работоспособность телескопа и заменять важные компоненты. Благодаря этому ученые получают больше времени для исследований.

Офтальмологический центр Чжуншань при Университете Сунь Ятсена в Китае завершил первую в мире дистанционную операцию на кроликах с помощью робота 5G. Китайские врачи провели дистанционную операцию на глазах кроликов 23 июня на расстоянии более 585 км с помощью робота 5G. Его разработали китайские врачи и ученые. Сами животные были в центре в Гуанчжоу, столице провинции Гуандун. Хирургическая бригада управляла роботом из Офтальмологическом центре Чжуншань в Хайкоу, столице провинции Хайнань. Все 12 прооперированных кроликов находятся в стабильном состоянии спустя месяц наблюдения. По словам ученых, их эксперимент ускорит развитие дистанционной медицины в Китае. «Если все пройдет гладко, удаленная микрон-офтальмологическая хирургия 5G будет доступна людям в течение полугода», — пишут исследователи. Офтальмология — сложная область для роботизированных операций, поскольку требует чрезвычайно высокого уровня точности. Если рука хирурга сдвинется на миллиметр не в ту сторону, зрячий человек может стать слепым. Для таких процедур требуются специализированные микроскопы и системы визуализации. Это затрудняет адаптацию робототехники в глазной хирургии. Но врачи в Китае считают, что роботизированная офтальмологическая хирургия станет доступна людям в стране к концу этого года или в начале 2024 года. Китайская компания Dasung планирует начать производство первого в мире монитора с экраном на цветных электронных чернилах — аналогичных тем, что используют в электронных книгах. Дисплей будет иметь диагональ 25,3 дюйма, разрешение — 3200 × 1800 точек и сможет поддерживать 4096 цветов. Считается, что экраны на электронных чернилах меньше нагружают глаза.

Пока умные окна, способные вырабатывать электричество и менять прозрачность, существуют только в виде лабораторных прототипов, но в будущем они могут заменить обычные стекла зданий и автомобилей. Команда ученых из Китая сделала решительный шаг в этом направлении, создав гибридный электрохимический окнос из оксида никеля-кобальта и тонкой пленки керстерита, богатого цинком сульфидного минерала. Получившийся прототип показал превосходные электрохимические и электрохромные результаты. Керстерит — один из самых многообещающих материалов, поглощающих свет, подходящий для создания недорогих тонкопленочных фотоэлементов. Минерал состоит из доступных элементов — меди, олова, цинка и селения, которые часто встречаются в природе. Рекорд эффективности фотоэлементов из керстерита составляет на сегодня 12,6%. Исследователи из Хэнаньского университета изготовили фотоэлементы со

стеклянной подложкой, покрытой молибденом, поглотителей керстерита, буферным слоем на основе сульфида кадмия, слоем оксида цинка и слоем оксида индия-олова. Металлические контакты сделаны из серебра. При подготовке электрохимической пленки была выбрана простая стратегия осаждения химического осаждения в ванне. Также в состав окна входит пленка из оксида титана с отличными показателями накопления энергии и электрохромизма, то есть изменения цвета под действием электрического тока. Эта пленка из наночастиц выполняет функцию хранилища ионов. Благодаря пористой структуре нанохлопьев и синергии элементов из никеля и кобальта, союз пленки на основе оксида никеля-кобальта и умного окна показал превосходные электрохимические, электрохромные результаты, а также высокую эффективность накопления энергии. Испытания в обычных условиях освещения показали, что умное окно поглощает 318,3 мВ*ч энергии на квадратный метр и обладает энергетической эффективностью в 2,15%. Эти показатели сопоставимы с возможностями большинства солнечных окон, которые есть сегодня на рынке. А пористая структура нанохлопьев обеспечивает им высокую оптическую модуляцию, быструю скорость переключения и превосходную электрохроматическую стабильность.

Китайские исследователи объявили о передаче квантовой информации на рекордном расстоянии с помощью городской сети связи. Исследователи из Университета электронных наук и технологий Китая (UESTC) и Шанхайского института микросистем и информационных технологий продемонстрировали возможность передачи квантовой информации на расстояние около 64 км по сетям городской связи с помощью «столичного квантового Интернета № 1 UESTC». Скорость квантовой телепортации составила 7,1 кубит/с. Основной экспериментальной задачей в реальной системе квантовой телепортации является измерение состояния Белла, объясняют исследователи. Это простейший пример квантовой запутанности, он показывает, что фотоны источника и приемника неразличимы после передачи на большое расстояние по оптоволокну. Ученые разработали систему обратной связи, которая реализовала быструю стабилизацию разницы длины пути и поляризации фотонов. Они использовали один кусок волновода из периодически поляризованного ниобата лития с косичками для генерации запутанных пар фотонов. На его основе инженеры разработали высококачественный квантово-запутанный источник света с частотой повторения 500 МГц. Исследователи разработали сверхчувствительные фотонные сенсоры для реализации квантовой телепортации и фиксации точности результатов. Они использовали высокопроизводительные однофотонные детекторы из сверхпроводящих нанопроволок, которые обладают нужной эффективностью и отличаются практически полным отсутствием шума. Инженеры применили томографию квантового состояния и метод состояния «приманки» для расчета точности телепортации. Анализ показал, что она была намного выше классического предела (66,7%), подтверждая, что высокоскоростная квантовая телепортация в мегаполисе действительно достигнута. Хотя в лабораторных условиях достигалась телепортация и на большее расстояние, отмечают авторы исследования, это первая демонстрация высокоскоростной телепортации за пределами лаборатории. Демонстрация высокоскоростной квантовой телепортации за пределами лаборатории связана с целым рядом проблем. Этот эксперимент показывает, как эти проблемы можно

преодолеть, и, следовательно, он устанавливает важную веху на пути к будущему квантового интернета, – Цян Чжоу, профессор Университета электронных наук и технологий Китая, один из руководителей исследования.

Колоссальная турбина China Three Gorges Corporation мощностью 16 МВт в настоящее время является крупнейшей из когда-либо подключенных к электросети. Китайская компания Three Gorges Energy подключила первую в мире 16-мегаваттную морскую ветряную турбину к электросети. Благодаря огромному диаметру ротора — 260 метров — установка будет поставлять чистую энергию примерно в 36 000 китайских домов. На сегодняшний день MingYang Smart Energy MySE 16–260 является крупнейшей из тех, которые когда-либо подключали к сети. «Машинное отделение» и генератор, размещенные в ступице на вершине 152-метровой башни, весят 385 тонн. Каждое из трех 123-метровых лопастей — 54 тонны. Каждый раз, когда турбина совершает полный оборот, в китайскую энергосистему отправляется до 34,2 кВтч энергии. Ожидается, что ежегодно она будет производить около 66 гигаватт-часов. Демонстрационная установка находится на морской ветровой электростанции Фуцзянь в Тайваньском проливе. Там она использует естественный эффект аэродинамической трубы для работы. По данным Three Gorges Group, в этом месте наблюдаются «почти штормовые» условия 7-го уровня — скорость ветра превышает 51 км/ч почти 200 дней в году.

Китайские инженеры создали терморегулирующий материал и термопокрывало на его основе, которое защищает электромобиль от жары и холода без дополнительных затрат энергии. Термопокрывало состоит из двух частей, одна из которых представляет собой ткань на основе диоксида кремния и нитрида бора, а вторая на основе фольги из алюминиевого сплава. Использование материала в качестве автомобильного чехла позволило в жаркую погоду сохранять температуру в салоне почти на 28 градусов ниже, чем в салоне автомобиля без чехла, а ночью поддерживать температуру батарейного блока электромобиля почти на 7 градусов выше температуры снаружи. Поддержание определенной температуры необходимо не только для комфортного самочувствия человека, но и для нормальной работы многих технических устройств. Например, в холодную погоду литий-ионные аккумуляторы теряют емкость, а летом в жару перегреваются, что может привести к сокращению их срока службы или даже возгоранию. Чтобы удерживать температуру в нужном диапазоне, требуется дополнительная энергия на нагрев или охлаждение, и на это может уходить довольно много энергии, особенно если речь идет о больших аккумуляторных батареях — как, например, в электромобилях. Однако существует способ регулировать температуру объекта пассивным образом, не затрачивая для этого дополнительную энергию. По такому пути пошли инженеры под руководством Кэ Хан Цуя (Kehang Cui) из Шанхайского университета транспорта.

Они разработали материал, который за счет своих излучательных свойств позволяет регулировать радиационный нагрев и охлаждение, и изготовили из него термопокрывало, которое назвали «термальным плащ Януса». Название в честь двуликого бога из римской мифологии отражает двухстороннее строение материала. Внешняя его сторона играет роль солнцезащитного инфракрасного радиатора, а внутренняя — роль широкополосного инфракрасного отражателя. Внешняя часть материала изготовлена из тонких волокон на основе диоксида кремния, которые покрыты наночастицами нитрида бора с гексагональной

кристаллической решеткой. Волокна материала переплетаются вместе и образуют ткань. С обратной стороны к ней прикрепляется внутренний слой, изготовленный из алюминиевого сплава. Внешняя и внутренняя стороны материала обладают различными оптическими свойствами: сторона с тканью имеет высокий коэффициент отражения солнечного света до 96 процентов, а также высокую излучательную способность до 97 процентов в инфракрасном диапазоне, совпадающем с атмосферным инфракрасным окном с длинами волн от 7 до 14 микрометров, в то время как фольга из алюминиевого сплава, расположенная с обратной стороны, обладает высокой отражательной способностью со значением около 93 процентов и не имеет потерь во всем инфракрасном диапазоне (5–16,7 мкм). Это позволяет плащу отражать большую часть падающего солнечного излучения и при этом остывать за счет излучения фотонов в инфракрасном диапазоне. В то же время с внутренней стороны происходит рециркуляция фотонов, излученных объектом — они отражаются от материала.

Для оценки эффективности термального плаща исследователи провели испытания с использованием двух электрокаров, припаркованных на открытом воздухе в типичных погодных условиях в Шанхае. Один из автомобилей был укрыт термочехлом. В то время как температура салона незакрытого автомобиля достигала 51 градуса Цельсия в полдень, температура салона автомобиля, укрытого чехлом, была на 27,7 градуса ниже. И на 7,8 градуса ниже значения температуры на улице. Температура батарейного блока автомобиля без чехла соответствовала температуре окружающей среды, в то время как температура батареи электрокара, укрытого материалом, была на 8 градусов ниже дневной температуры. В зимнюю ночь, когда уличная температура опускалась ниже нулевой отметки, термочехол помогал удерживать температуру батарейного блока на 6,8 градуса Цельсия выше, чем снаружи. Инженеры отмечают, что материал термопокрывала разработан таким, чтобы его можно было масштабировать в производстве. Для этого им пришлось пойти на некоторые компромиссы. Например, использование более тонких волокон кремния повысило бы солнечную отражательную способность, но они были бы менее прочными и не могли бы быть изготовлены с использованием промышленных технологий, уже существующих на рынке. Кроме того, используемые материалы, включая алюминий, кремний и нитрид бора, являются недорогими, что делает плащ легким, прочным и огнестойким. Он может использоваться не только для изготовления автомобильных чехлов, но и, например, в качестве материала для покрытия зданий и даже космических аппаратов.

Дифференциация соматических клеток и онкогенная трансформация имеют удивительно схожие черты, однако клеточное перепрограммирование последних практически невозможно из-за эпигенетических барьеров, чья природа до сих пор не ясна. В этом исследовании ученые создали систематизированную панель трансформированных эмбриональных фибробластов мыши и попытались вернуть их в нормальное состояние. Давно известно, что наши клетки способны меняться в зависимости от условий среды и их микроокружения. Без этого не может обойтись ни регенерация, ни эмбриональное развитие. Даже такой процесс, как метаплазия, способен показать, что при неблагоприятных факторах клетки меняют свой путь дифференцировки. Однако процессы, которые помогают нашему организму восстановиться, могут работать и в обратную сторону, запуская онкогенез. У

трансформированных раковых клеток и эмбриональных стволовых клеток (ЭСК) много общего: оба типа клеток имеют свободное от нуклеосом состояние хроматина, принимают метаболизм, основанный на гликолизе, несмотря на доступность кислорода, могут подвергаться эпителиально-мезенхимальному переходу (ЭМП) и образовывать тератомы. Раковые клетки приобретают черты, напоминающие эмбриональное развитие, такие как повышенная клеточная пластичность и повышенная экспрессия плюрипотентных генов, включая OCT4, NANO и SOX2. Первые перепрограммированные соматические клетки, они же ИПСК, получили в 2006 году путем одновременного введения четырех экзогенных генов — Oct^{3/4}, Sox2, Klf4 и c-MYC (OSKM) — в мышечные фибробласты. ИПСК человека впервые были получены в 2007-м из фибробластов тем же методом. В том же году было показано, что iPS-клетки человека можно получить из фибробластов с использованием другой комбинации факторов: Oct^{3/4}, Sox2, Nanog и Lin28.

С тех пор ИПС-клетки благодаря способности дифференцироваться в любые типы клеток ученые рассматривают как наиболее перспективный источник клеток для регенеративной медицины, а также трансплантации. По результатам анализа литературных данных в качестве объекта влияния, обуславливающего плюрипотентность в соматических клетках, были выбраны 24 гена. Каждый из 24 случаев инфицирования генома эмбрионального фибробласта мыши (MEF) путем ретровирусной трансдукции. Результаты этих экспериментов показали, что состояние плюрипотентности может быть индуцировано в MEF путем трансдукции генов четырех транскрипционных функций: Oct^{3/4}, Sox2, c-Myc и Klf4 (iPS-MEF4). Применяя методы прошлых лет, биологи из Китая попытались получить здоровые клетки из раковых. Чтобы исследовать трансформацию раковых клеточных линий, исследователям сначала пришлось перепрограммировать установленные линии клеток мыши, которые были либо трансформированы случайным образом, либо получены из первичной опухоли. Для экспериментов отобрали три линии клеток мыши: 3T3-L1 (линия спонтанно иммортализованных фибробластных клеток); 4T1 (клеточная линия метастатической опухоли молочной железы); N2a (клеточная линия нейробластомы). Раковые клетки оказались весьма защищены от каких-либо изменений в сторону плюрипотентности. Эксперимент продолжался не более 15 дней, потому что трансформированные клеточные линии быстро растут и превосходят морфологические колонии, подобные ИПСК. И даже после перепрограммирования части клеток, они быстро возвращались в исходное состояние. По итогу, чтобы из чистых раковых линий получить ИПСК, необходимо разработать соответствующие клеточные культуры и улучшить метод сортировки получаемых линий.

Перепрограммирование первичных раковых тканей часто затруднено или невозможно для многих видов рака. Даже когда это возможно, эффективность значительно ниже, чем у клеток дикого типа. Кроме того, остаются сомнения о качестве перепрограммированных раковых клеток. Существенная проблема — гетерогенность первичных раковых клеток. Поэтому далее ученые решили совершить попытку перепрограммирования трансформированных линий эмбриональных фибробластов мыши (MEF), чью гетерогенность можно контролировать. Однако уже на четвертый день эксперимента MEF показали, что могут перепрограммироваться только на ранних пассажах, а эффективность быстро

снижается до полного отказа после четвертой пересадки клеточной линии. Существует тесная, но неясная связь между перепрограммированием и трансформацией. Эту связь недавно исследовали в новой системе с множественными индуцируемыми генами, которыми можно было манипулировать либо для трансформации MEF дикого типа, либо для выполнения перепрограммирования в iPSCs. Это изящное исследование показало, что перепрограммирование и трансформация шли по сходным первоначальным путям, но позже разошлись. Оказалось, существуют различные эпигенетические молекулярные барьеры, которые могут запускать один процесс, но блокировать другой, и наоборот. Так, например, была принята система, используемая для трансформации, представляющая собой сверхэкспрессию каскада генов K-ras G12D / Muc, которая аналогична системе Hras G12V / Muc. Интересно, что эта система несовместима с перепрограммированием и дает сбой в самом начале процесса. Но несколько других линий, описанных здесь, могут быть преобразованы.

Потенциально стратегии трансформации, которые остаются совместимыми с перепрограммированием, могут повторять большую часть процесса по мере трансформации и отклоняться от перепрограммирования только на более поздних стадиях. Также был использован метод сверхэкспрессии Ras, который в большинстве случаев будет работать лишь с MEF дикого типа, но выступает главным препятствием для перепрограммирования трансформированных клеток. В самом деле, когда Hras G12V сверхэкспрессировался в p53-нулевых иммортализованных MEF, процессы перепрограммирования блокировались. В нескольких исследованиях были идентифицированы небольшие молекулы, которые помогают перепрограммировать трансформированные клетки в плюрипотентные. Так, mTOR — барьер для перепрограммирования клеток саркомы. В этом исследовании ингибирование mTOR не имело эффекта, что еще раз подчеркивает контекстно-специфический характер барьеров в различных трансформированных клеточных линиях. В итоге эта модель предполагает перепрограммирование трансформированных клеточных линий в зависимости от контекста. Однако каждая трансформированная клеточная линия может содержать барьеры, которые блокируют репрограммирование на отдельных стадиях. Возможно, это отражает разнообразие регуляторных функций, нарушенных при раке, и может быть связано с «ветвлениями» различных типов рака или метода трансформации. Тем не менее понимание перепрограммирования может предоставить информацию о процессе трансформации и новые модели для борьбы с онкогенезом.

Китай выпустил самые подробные правила в отношении моделей генеративного искусственного интеллекта. Согласно новым требованиям, поставщики услуг генеративного ИИ должны соблюдать социалистические ценности и избегать создания контента, который нарушает интересы страны и общественную стабильность. Эти меры будут способствовать развитию отечественных продуктов и развертыванию генеративного ИИ в стране. Семь китайских регулирующих органов во главе с Администрацией киберпространства Китая совместно опубликовали предварительные правила, которые вступят в силу 15 августа. По сравнению с проектом, опубликованным в апреле для получения отзывов общественности, новые требования более «благосклонны». Власти обещают принять эффективные меры для поощрения инновационного развития генеративного ИИ. Штрафы за

правонарушения, связанные с технологией, которые ранее достигали от 10 000 до 100 000 юаней, убрали. В соответствии с новыми правилами поставщики услуг генеративного ИИ должны «придерживаться основных социалистических ценностей» и не создавать никакого контента, который «подстрекает к подрыву государственной власти и свержению социалистической системы, ставит под угрозу национальную безопасность и интересы, наносит ущерб имиджу страны, подстрекает к отделению от страны, подрывает национальное единство и социальную стабильность, пропагандирует терроризм, экстремизм, национальную ненависть и этническую дискриминацию, насилие, непристойность и порнографию». В целом, модели ИИ и чат-боты не должны генерировать «ложную и вредную информацию».

Разработанные в Китае чат-боты и модели искусственного интеллекта уже имеют встроенные функции, гарантирующие, что создаваемый контент не содержит нежелательной информации. Например, некоторые представленные чат-боты прекращают разговор, как только пользователь вводит определенное слово. Что касается разработки алгоритмов и выбора данных для обучения, регулирующие органы Китая требуют, чтобы поставщики услуг избегали любой дискриминации по признаку этнической принадлежности, вероисповедания, страны, региона, пола, возраста, профессии и состояния здоровья, а также уважали права интеллектуальной собственности. Постановление согласовывает развитие ИИ с политическими и экономическими приоритетами Китая в соответствии с его постановлением 2021 года об алгоритмах рекомендаций и постановлением 2022 года о синтетическом контенте, который Пекин требует маркировать как «искусственно созданный». Китай еще не разрешил ни одной отечественной компании развернуть услуги наподобие ChatGPT для широкой публики, а Ernie Bot от Baidu и Tongyi Qianwen от Alibaba либо находятся в пробном режиме, либо предназначены только для коммерческого использования. Между тем ChatGPT от OpenAI и Bard от Google остаются недоступными в Китае, а ссылки на эти зарубежные модели блокируются. Новые правила, хотя и предназначены для тщательного контроля над развитием генеративного ИИ, скорее всего, проложат отечественным разработчикам путь для вывода продукции на массовый рынок.

В феврале основатель Sogou Ван Сяочуань заявил в соцсети Weibo, что «Китаю нужен собственный OpenAI». Китайский предприниматель уже близок к своей цели, поскольку его стартап Baichuan Intelligence выложил в открытый доступ большую языковую модель искусственного интеллекта Baichuan-13B. Модель имеет 13 млрд параметров и обучается на 1,4 трлн токенов. При этом создатели учли введенные США санкции — модель можно запускать на системах с комплектующими потребительского класса. Baichuan считается одним из самых многообещающих разработчиков языковых моделей (LLM) в Китае, поскольку основателем компании является выпускник Университета Цинхуа, который создал поисковую службу Sogou, впоследствии поглощенную местным технологическим гигантом Tencent. Ван ушел из Sogou в конце 2021 года. После огромного успеха ChatGPT в апреле предприниматель запустил Baichuan и быстро получил финансирование в размере \$50 млн от группы бизнес-ангелов. Как и другие китайские языковые модели, Baichuan основана на архитектуре Transformer (которая также лежит в основе GPT) и имеет 13 млрд параметров — переменных, которые используются при генерации

текста. Модель была обучена на данных на китайском и английском языках. Согласно странице на GitHub, модель имеет открытый исходный код и оптимизирована для коммерческого применения. Baichuan-13 обучается на 1,4 трлн токенов. Ранее в интервью Ван сообщил, что его стартап готовится к выпуску крупномасштабной модели, сравнимой с OpenAI GPT-3.5, к концу этого года. Запустившись всего три месяца назад, Baichuan уже стремительно развивается. К концу апреля команда выросла до 50 человек, а в июне опубликовала свой первый LLM — предтренировочную модель Baichuan-7B с 7 млрд параметров. Теперь базовая модель Baichuan-13B доступна бесплатно для ученых и разработчиков, получивших официальное разрешение на ее использование в коммерческих целях. Создатели учли введенные США санкции, и модель можно запускать на системах с комплектующими потребительского класса, включая видеокарты NVIDIA GeForce RTX 3090. Большие средства в крупные языковые модели вложили и другие китайские компании — гигант поисковой системы Baidu, дочерняя компания Университета Цинхуа Zhipu.ai, а также исследовательский институт IDEA.

Аммиак — хорошо известный вид альтернативного, зеленого топлива для кораблей, самолетов, локомотивов и грузовиков, но китайская автостроительная корпорация GAC Group полагает, что он подойдет и для легкового транспорта. Компания разработала и представила 2-литровый двигатель внутреннего сгорания для легковушек, который, по расчетам инженеров, позволит снизить выбросы углекислого газа по сравнению с традиционными ДВС примерно на 90%. Аммиак переносит водород лучше, чем, в некоторых случаях, сам водород. Он проще в обращении — например, при температуре окружающей среды он находится в жидком состоянии и поэтому не требует энергоемкого оборудования для сжижения газа. С другой стороны, он токсичен и при вдыхании может вызывать отек легких и поражение нервной системы. Тем не менее, Guanzhou Automotive Group (GAC) рассказала, что разработала 2-литровый двигатель, способный сжигать жидкий аммиак безопасно и эффективно. Китайская компания утверждает, что пиковая мощность такого двигателя составляет 120 кВт (161 л. с.), а вредных выхлопных газов он выделяет на 90% меньше, по сравнению с традиционными видами топлива. Лет десять назад специалисты Корейского института энергетики построили и испытали автомобиль AmVeh, работавший на смеси из 70% аммиака и 30% бензина. Новый двигатель GAC, вероятно, также работает не на чистом аммиаке, он должен содержать какие-то примеси. Но GAC пока не раскрыла такие подробности. Дело в том, что низкая скорость распространения огня в аммиаке приводит к проблемам на высоких оборотах или к низкой нагрузке на двигатель. Поэтому без добавок, которые хорошо горят, в эффективном двигателе не обойтись, но их % может быть существенно ниже, чем был у корейцев. Если GAC Group всерьез собирается внедрять аммиак в транспортную систему, ей предстоит проделать большую работу, в том числе, заняться созданием совершенно новой инфраструктуры заправочных станций, оборудованных всеми мерами безопасности (более строгими, чем бензиновые заправки). Кроме того, придется столкнуться с проблемой выбросов оксида азота и, в некоторых случаях, с несгоревшим аммиаком. Каждый год китайская армия всё больше наращивает свою мощь. Больше всего, пожалуй, впечатляют её технологические скачки. Сегодня большая часть достижений Китая связана с их национальными технологиями, однако так было не всегда. Например, в 1970-2000-е

годы многие страны делились с Китаем своими технологиями. В том числе Израиль. Израиль в период с 1970-х по 2000-е годы активно помогал Китаю. Касалось это прежде всего военных технологий. Благодаря этому китайская армия и смогла достичь сегодняшнего уровня. С середины 1970-х годов перед Китаем открылось много возможностей по мере того, как Запад и США начали воспринимать его как своего союзника. Многие страны этим положением пользовались и с конца 1970-х продавали этой стране готовые системы вооружений, оружейные технологии, технологии двойного назначения. Временами это происходило через частные фирмы, временами - через сделки, которые заключались между правительствами. В это время даже США продавали Китаю оружие. По сравнению с Соединёнными Штатами, Францией и другими странами экономика 1980-х годов имела низкие показатели. Это всего 24 миллиарда долларов в год. Несмотря на это, в 1980-х годах Израиль заключил контракты с китайской стороной на сумму 2-3 миллиарда долларов. И эта цифра была выше, чем продажи оружия США. Первые крупные сделки между Израилем и Китаем стали заключаться с 1979 года. Согласно данным SIPRI, а 1979-2000-й годы было подписано более 60 соглашений об оборонных технологиях. Сколько всего сделок было в действительности, мы вряд ли когда-либо узнаем. Но вот несколько ярких примеров таких сделок. Первая баллистическая ракета средней дальности DF-3 была поставлена на вооружение Китаем в 1971 году. Позднее стране потребовались варианты, отличающиеся большей дальностью. И израильским фирмам платили за передачу технологии наведения для этой ракеты. Также иногда специалисты упоминают, что DF-15 получил определённую помощь от Израиля с точки зрения технологий наведения. Испытания этой ракеты проходили в период с конца 1980-х до середины 1990-х годов. Кроме того, в 1980-х годах Китай был впечатлён характеристиками израильских ракет «Питон-3». Поэтому он стремился приобрести эту ракету и организовать передачу технологий её создания. В результате примерно 3 тысячи ракет было собрано в Китае по лицензии. Китайская копия этих ракет называлась PL-8, и она поступила на вооружение в 1989 году.

Сообщается также, что израильские компании продавали в 1980-х годах китайской стороне технологии систем ночного видения, радиотехнику, средства радиоэлектронной борьбы, измерения электронных сигналов. Важную роль сыграл Израиль и в модернизации китайских танков Тип 59. Считается, что в конце 1980-х - начале 1990-х годов в этом помогали израильские фирмы. Они предоставили технологии реактивной брони, технологии управления огнём для пушек, бронебойные технологии для орудийных снарядов, а также сами пушки. В 1990 году в Китае появился офис Израильской академии наук. Предполагается, что израильская сторона продала Китаю также технологию противоракетной обороны, а ещё в Китай переместилась технология ракетной системы Patriot. Правда, точных доказательств того, что технология ракетной системы Patriot передалась именно через Израиль, нет. Также в 1980-е годы китайские инженеры ездили в Израиль и обменивались опытом с коллегами. В 2000 году сделка между Китаем и Израилем была расторгнута и китайская сторона всё же не получила самолёт с установленными на нём радиолокационными системами. Тем не менее считается, что в 1996-1999 годы Израиль делился с Китаем большим количеством информации по этому поводу. По крайней мере, китайские инженеры поняли, как можно установить

радиолокационную систему в Ил-76. С 2005 года сотрудничество между Китаем и Израилем возможно уже только в области невоенных технологий.

Биньямин Нетаньяху всегда относился к Китаю более лояльно. При его горячей поддержке израильское правительство проводило четкую политику развития экономических отношений с Китаем в области высокотехнологичных инноваций, инвестиций, инфраструктурных проектов и торговли. Нетаньяху воспринимал растущую экономику Китая как важную возможность для Израиля. Китайские компании, в основном в рамках «Пояса и пути», участвовали в модернизации израильских портов и строительстве инфраструктуры, например, скоростной трамвай в Тель-Авиве. Несмотря на это, Израиль последовательно сохраняет контроль над управлением сетями и обеспечением электроэнергией, ограничивает контроль китайских компаний над ключевыми инфраструктурами и гарантирует, что Израиль остается ответственным за управление, обслуживание и развитие своих портов. Маршрут трамвая в Тель-Авиве проходит примерно в 150 метрах от штаб-квартиры ЦАХАЛа. Осознавая очевидный риск для безопасности, в январе 2019 года тогдашний глава Шин Бет Надав Аргаман призвал к принятию законодательства для контроля за китайским участием в инфраструктурных проектах страны. В мае 2020 года Вашингтон официально попросил своих союзников разорвать связи с Китаем в тех областях, где существует риск для безопасности. В результате в августе 2020 года правительство Великобритании объявило, что продукция, произведенная китайской компанией Huawei, одним из крупнейших в мире поставщиков телекоммуникационного оборудования, будет полностью удалена из британских сетей 5G к концу 2027 года.

Кампания по сокращению научных контактов с Китаем, набирающая силу в США, может стать самым серьезным препятствием на пути научно-технического прогресса в самих Соединенных Штатах. Китай является крупнейшим научным партнером США. Как утверждают некоторые эксперты, сейчас не время для того, чтобы порвать с ним. Начавшееся еще несколько лет назад сокращение научных контактов США и Китая набирает силу. Ряд университетов, к примеру Кембриджский, приняли меры для сокращения своих связей с Китаем. В США же дело, возможно, идет к едва ли не полному разрыву научных связей. И если до сих пор ученые не слишком активно реагировали на все эти инициативы, то теперь, как сообщает *The Wall Street Journal*, ситуация изменилась. Многие эксперты считают, что время для такого разрыва, когда китайские ученые вносят, пожалуй, свой самый серьезный вклад в научный прогресс, выбрано особенно неудачно, а разрыв этот грозит замедлить и американский научный прогресс в ключевых областях, таких как биотехнологии, телекоммуникации, зеленая энергетика и т. д. Эксперты признают, что Соединенные Штаты остаются самой могущественной научной супердержавой мира. Тем не менее, по данным британской исследовательской компании Clarivate, более 40% всех научных достижений американских ученых (мерилом этого являются количество высококачественных научных публикаций) сделаны в сотрудничестве с иностранными коллегами. И, судя по данным той же Clarivate, Китай и США друг для друга являются главными партнерами по научному сотрудничеству. Это подтверждает Дебора Селигсон из Университета Вилланова, ранее занимавшая должность советника по вопросам экологии, науки, технологий и здравоохранения в посольстве США в Пекине. «Создается впечатление, что... люди, занимающие высшие

должности в стране имеют очень отсталое представление о том, кто выигрывает от сотрудничества с Китаем», — замечает она. Больше десятка американских ученых, опрошенных газетой, говорили о плодотворности сотрудничества с китайскими лабораториями, предоставляющими целый спектр важных ресурсов, включая, к примеру, большие группы аспирантов, огромные и часто уникальные наборы данных и самое передовое оборудование. По их словам, китайские ученые все чаще предлагают наиболее инновационные идеи и подходы к решению научных проблем.

Медленно, возможно, слишком медленно, демократические страны пришли к пониманию опасности для национальной безопасности, связанной с допуском китайских компаний к строительству и эксплуатации инфраструктурных проектов, имеющих ключевое значение для функционирования самого государства. В результате китайско-израильские отношения охладели. Асаф Орион, директор Центра израильско-китайской политики им. Глейзера, отметив, что двусторонняя торговля выросла с 50 миллионов долларов в 1992 году до примерно 15 миллиардов долларов или более в 2021 году, добавил, что «более пристальный взгляд на данные показывает, что в 2018 году как израильский экспорт в Китай, так и китайские инвестиции в Израиль достигли своего пика. После этого они снизились, а затем вышли на плато». Израиль также предпринял шаги по согласованию своей политической позиции в отношении Китая с Вашингтоном. В конце июня 2021 года Израиль поддержал США в Совете по правам человека ООН, осудив бесчеловечное обращение Китая с уйгурским меньшинством и принудительное лишение его свободы. Что касается сложного вопроса о Тайване, признанном независимым государством большей частью мира, но остающимся, с точки зрения Пекина, одной из китайских провинций, Израиль не мог оставаться нейтральным, если бы Китай решил вторгнуться на остров. США, скорее всего, осудили бы Китай и ввели санкции, и Израиль, скорее всего, согласился бы с ними. Одной из причин, по которой президент Китая Си до сих пор колебался, не предпринимая необратимых действий против Тайваня, вероятно, является ущерб, который это нанесло бы тщательно выстраиваемой Китаем структуре силы и влияния на Ближнем Востоке.

1 декабря вашингтонский Институт Ближнего Востока опубликовал тщательно проведенный обзор текущего состояния китайско-израильских отношений. Среди множества других вопросов, в исследовании отмечается, что, по сравнению с 2019 годом, отношение к Китаю среди израильтян ухудшилось. До этого времени китайским государственным СМИ и китайским дипломатам удавалось проникать в израильский медиа-сектор и формировать израильское общественное мнение. Среди используемых средств были прямые сообщения для израильской общественности в местных газетах на иврите, а также использование ивритского отдела Международного радио Китая, ориентированного на израильскую аудиторию. Настроения израильтян изменились по ряду причин, и не в последнюю очередь из-за осведомленности общественности о репрессиях в Китае, действий Пекина по борьбе с пандемией COVID-19, неблагоприятного освещения китайскими СМИ конфликта 2021 года с ХАМАС в Газе и неоднократного голосования против Израиля в ООН. К концу 2022 года израильтяне осознали потенциальный риск для своей национальной безопасности со стороны китайских кибертехнологий и опасность экономической зависимости. Двусторонняя торговля и инвестиции пошли на спад. Между тем, Израиль сталкивался с растущим давлением со стороны

США с целью ограничить китайское участие в израильской экономике. В своих недавно опубликованных мемуарах Нетаньяху описывает, с каким трудом он балансировал на канате в израильско-китайских отношениях. Стремясь стимулировать двусторонние китайско-израильские инвестиции, он в то же время был откровенен с китайцами по поводу своего твердого обязательства перед США ограничить военные и разведывательные технологии. Теперь Нетаньяху снова возглавляет правительство Израиля. Как недавно сообщил Институт исследований национальной безопасности: «Человек, который в течение последнего десятилетия с энтузиазмом выступал за развитие отношений Израиля с Китаем, должен определить будущий путь Израиля между Китаем и США, а также между экономикой и национальной безопасностью».

Some new technologies and materials for 3D printing.

ABSTRACT

Three-dimensional printing (3DP) in building industry has a number of important advantages, such as geometric flexibility without the need for molds, the ability to create complex elements, the possibility of automation, speed and a low amount of waste, the use of innovative materials, construction in layers of different materials, and more. So, 3DP is an effort to put digital manufacturing into practice, enabling a direct transition from building design / modeling (BIM) to 3DP.

One of the important limitations in 3DP is the materials. Because printing is done in layers, it is important to take into account the hardening time of the material and its ability to stick to create a uniform structure. Another problem is the tolerance of the material to different types of solidification: melting, pressing. That's why there are methods for combining iron or polymer reinforcement.

There are combined methods: 3D printed elements are used as prefab elements to make the building process more effective.

This industry is one of the fastest growing manufacturing technology sectors covers all markets from aerospace and healthcare to construction and consumer products.

This article provides some aspects of application in construction, materials and their compositions, as well as examples of the use of 3DP at buildings, structures, etc.

Keywords 3D technologies in civil engineering and construction, materials for 3DP, 3D concrete printing, concrete polymer reinforcement, dispersive reinforcement polymer concrete

General historical analysis

3D printing technology originated in the 80s of the 20th century, but construction 3D printing appeared much later. The first construction projects using this technology appeared only in 2014. We are talking, first of all, about the so-called small architectural forms (benches, flower beds, fences). They did not even dream of building houses. But already in 2015, the Russian startup Apis Cor made a splash - it printed a whole house in the Moscow region. Since then, news about new 3D printed houses has periodically appeared. However, despite the fact that the technology proved to be very promising in terms of the speed of construction of housing and the reduction in the cost of construction, no mass implementation followed. In 2014 - 2016 the first samples of building 3D printers and prototypes of printed buildings appeared. The concepts of various form factors of construction 3D printers and types of printing materials were tested. In 2017-2018, the world made the first notable investments in a number of 3D printing construction start-ups. Further, by 2020, these investments "rolled" in the form of reaching a certain level of technological maturity - the first commercial products (3D printers and houses) appeared.

Finally, in 2020-2022, it became clear that the hypotheses about the effectiveness of construction 3D printing were justified (cheaper, faster, more environmentally friendly), and large investments began in the industry. A prime example is GE's investment in Danish COBOD or the US company ICON's \$2 billion capitalization. In 2022-2023, more than 1,000 buildings will be printed around the world, from individual buildings/pilot projects to entire villages and large facilities. infrastructure. In addition,

in a number of countries, a regulatory framework has already been created or is being actively created for the introduction of additive technologies in the construction industry. Thus, I believe that this period of time is a fairly natural cycle of technology development, which is expected to grow exponentially in the next decade. According to a Research & Market report, the global construction 3D printing market was valued at \$354.3 million in 2022 and is expected to reach \$11,068.1 million by 2027, up 99.04%.

Without going too deep into the technology, we can say that construction 3D printers are very similar to classic FDM / FFF printers that print with plastic, only instead of plastic, the material here is a cement mixture that is fed directly into the nozzle and forms an object by layering. Printers are also portal, based on a "crane arm"/manipulator. "The breakthrough" came when in the summer of 2021, the American company ICON, which was trying to introduce 3D printing into the construction of various auxiliary facilities, signed a contract with one of the largest American developers Lennar to build a village for 100 people. home in Texas and immediately became a unicorn, receiving \$200 million in investments from several investment funds. At the same time, the Danish company COBOD, set up by the world's largest construction formwork company PERRI, began selling its gantry construction 3D printers as well as participating in construction projects around the world.

So far it has been only about wall printing. Everything else (foundation, windows, doors, ceilings and roof) is done in the traditional way. 3D printed walls are built as permanent formwork, which greatly saves the amount of cement used, which in turn reduces construction costs and reduces the environmental impact of cement production. In addition, with this method of construction, no additional waste is generated, and the strength of the structure does not suffer. It can be reinforced and engineering communications can be laid immediately, which also affects the final speed of the construction of the object.

This reduces the overall weight of the structure, the remaining cavities can be filled with lightweight foam concrete, insulation, straw or any other available material. For such a lightweight construction, a lighter base can be used. The construction method itself is more economical in terms of material, and therefore environmentally friendly. Another startup, Mighty Buildings, headquartered in California, initially relied on a polymer with the addition of mineral chips. And while the company doesn't build entire homes, it only makes wall panels, it has won numerous design awards and has also received a \$400 million valuation in multiple investment rounds.

The total savings on building walls can be up to 30%, and the total cost of the house can be reduced by 10%. This is true for houses intended for conventional construction. And if you initially design using 3D printing, then this ratio can be improved by optimizing the laying of communications, the ability to immediately print interior walls, laying niches for bathrooms, fireplaces, built-in wardrobes and kitchens, as was done in the built COBOD house in Germany.

3D printed technology and materials

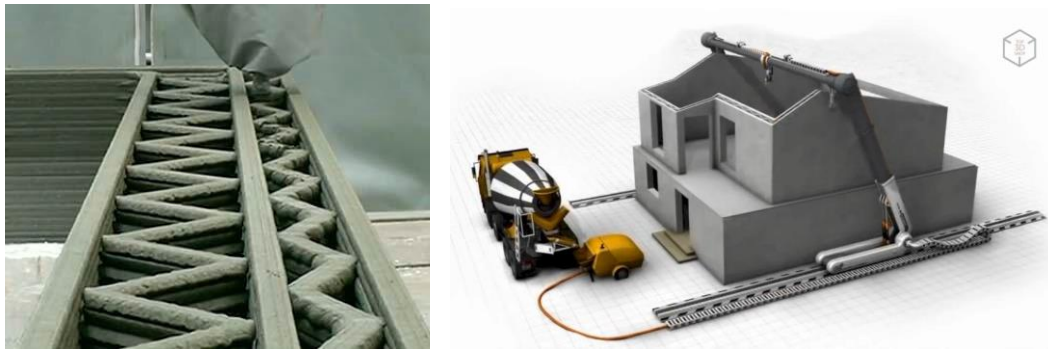
We have published several articles on the subject. One of them has recently been published in China (2023)[1].

In general, the three-dimensional construction can be described in the following process: automatic printing in layers (material adapted to the purpose, the type of product and the process) using a computer-controlled machine.

Materials for 3D printing and their properties are of significant research interest.

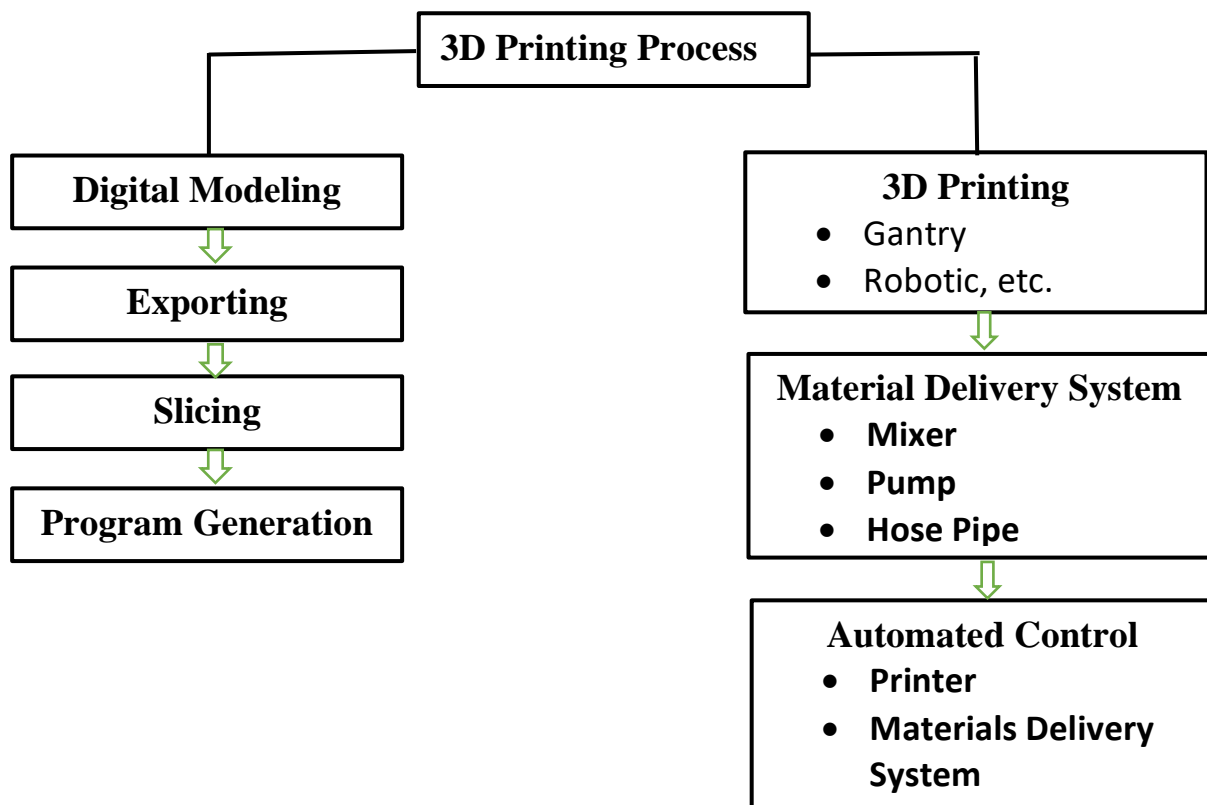
Building materials printed on a 3D printer must have exceptional printing speed. This includes the possibility of pumping, extrudability, ability to assemble.

Recently, 3DP has been developed as an attempt to put digital manufacturing into practice, enabling a direct transition from building design/modeling (BIM) to 3DP printing production. The technical part of the transition from BIM to print is already largely automated.



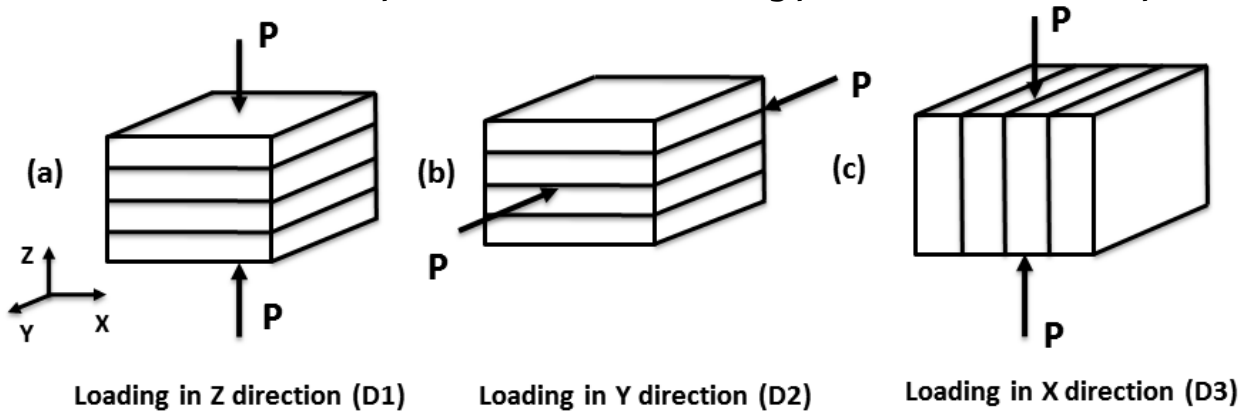
Pic. 1: 3D printing process.

In general, the process using the 3D printing method in all its stages and components can be described by the following scheme:



Pic. 2: 3D printing process stages.

So, we need to decide and define the printing direction in accordance with the direction of movement of the printer head. The following picture describes the options.



Pic. 3: Application of compression load in printed objects related to the printing direction

The thickness of the printing layer and the minimum time between layers will depend on the viscosity of the concrete and its initial hardening time.

These parameters can be determined by the additives to the concrete.

For example, some 3D printing patents:

The invention relates to a dry mineral binder composition comprising cement and mineral fillers for the manufacture of molded parts by way of 3D printing (MX2021010729 (A)).

Multi-component mortar system (US2019276364 (A1)).

A method for 3D printing of mineral binder compositions (WO2019030255 (A1)).

A device for transferring concrete materials for novel 3D printing (LU102606 (B1)).

Low-shrinkage 3D printing concrete co-doped with lignin fibers and preparation method of low-shrinkage 3D printing concrete (CN113372074 (A)).

System used to measure and allow any correction of the viscosity of the printing material during 3D printing or a vertical construction process, where it can then be thickened and/or accelerated to improve print speed and quality (WO2023102272(A3)).

There are discharge devices that allow printing at the desired rate (e.g. rotary discharge (CN219060914 (U)).

The invention discloses light-cured 3D printing resin concrete and a preparation method thereof (CN115926382 (A)).

The invention relates to the technical field of building materials, in particular to 3D printing lightweight concrete that includes rubber powder and a method of preparing lightweight concrete for 3D printing (CN115872703 (A)).

The invention relates to the technical field of building materials based on cement, in particular to 3D printing of desert sand concrete with high ductility and its preparation method (CN115893959 (A)).

The invention relates to the technical field of cement-based materials, in particular to a cement-based material interface strengthening material as well as to its

preparation and application method, and a cement-based material interface strengthening material (CN115745470 (A)).

A method of preparing artificial test samples imitating natural rock samples, which includes steps: on-site sampling; 3D sample scan of the rock mass; model design; creating a template; 3D printing. The present application can effectively optimize the accuracy of the rock mass experiment (AU2022221559 (A1)).

Describes a concrete composite beam for 3D printing, and belongs to the technical field of 3D printing. (CN115749128 (A)).

The invention relates to the technical field of chemical building materials, in particular concrete for 3D printing suction and its preparation method (CN115710111 (A)).

The service model reveals equipment for transferring concrete materials for 3D printing with a stirrer structure, which relates to the technical field of 3D printing of cement products (CN218234376 (U)).

The present invention discloses a construction method for a spatially printed 3D reinforced concrete structure. The construction method effectively improves the mechanical performance of the concrete structure cavity, and improves the tensile strength and crack resistance of the concrete structure cavity (US2022402164 (A1)).

The invention belongs to the technical field of solid waste treatment, and specifically refers to a cement-based 3D printing material using solid waste, as well as to a method of preparation and application of the cement-based 3D printing material (CN115466090 (A)).

The invention relates to a construction method of a 3d printing wall decoration composite material acoustic panel (CN115434441 (A)).

The invention belongs to the technical field of building materials, and particularly relates to an alkali-activated 3D printing concrete material based on modified attapulgite and preparation of the alkali-activated 3D printing concrete material (CN115368093 (A)).

The present invention relates to granular composite density enhancement, and related methods and compositions. The applications where these properties are valuable include but are not limited to: additive manufacturing (“3D printing”) involving metallic, ceramic, cermet, polymer, plastic, or other dry or solvent-suspended powders or gels; concrete materials; solid propellant materials; cermet materials and etc. (US2022395898 (A1)).

Materials

Consider the latest construction innovations in recent months. Concrete is the most common building material, but alternatives with various improved characteristics have recently begun to appear. Engineers in the US have come up with yet another form of concrete, a lightweight, multifunctional product that suits a variety of building types and can even generate its own electrical charge.

At the same time, for the construction of structures with the same strength characteristics, it requires 15% less. The metamaterial, created by researchers at the University of Pittsburgh, consists of a reinforced polymer lattice coated with an electrically conductive cement mixture. The concrete, in which the graphite powder is

mixed, becomes an electrode, and a mechanical trigger creates a contact electrification between the layers. There is not enough energy to supply it to the power grid, but enough to monitor the appearance of cracks in concrete structures with its help. The metamaterial itself can be customized for various construction tasks, changing its flexibility, shape and fragility. In testing, it withstood a 15% volume reduction without compromising structural integrity. A lightweight, flexible concrete-based metamaterial could, as envisioned by the inventors, find use as a shock-absorbing material for airport runways or structures that protect against seismic shocks, as well as become the basis of highways that will drive and on which electronics will depend.

A bit of fantasy, but also with earthly possibilities: British scientists have presented a new recipe for making concrete from Martian or lunar regolith, potato starch and salt. StarCrete material proved to be much stronger than conventional concrete grades and can become the basis for the construction of habitable bases on neighboring celestial bodies. Before opening permanent bases on other planets, you need to decide what to build them from. It is too difficult and expensive to transport tons of materials from Earth, so scientists and engineers are developing methods that will use local resources for this.

A new such technology was recently introduced by the team of Aled Roberts from the University of Manchester. Their StarCrete material is made from Martian soil simulant, starch and a small amount of salt. Laboratory tests have shown that its compressive strength reaches 72 megapascals - about twice that of the most common grades of conventional concrete. When using not Martian, but lunar regolith, the strength already exceeds 90 megapascals. Roberts and his colleagues have been dealing with the problem of "foreign" concrete for years. Some time ago, they demonstrated a very unusual material that uses human blood plasma as a binder. Its compressive strength reaches a quite acceptable level of 40 megapascals, but, of course, requiring astronauts to constantly donate blood for the sake of construction is not a good idea. Therefore, since then, scientists have been looking for a more convenient bundle for the Martian and lunar regolith.

Most of the food for future colonists is expected to be locally grown, with the potato considered one of the most promising foods. Roberts and his co-authors showed that the starch contained in potatoes can be an excellent substitute for albumin in the production of "alien" concrete. According to scientists, 25 kilograms of dried potatoes are enough to produce about half a ton of building material.

In terms of a standard brick, this is more than 210 pieces, and about 7.5 thousand are required to build a three-room house. In addition to the filler (lunar or Martian regolith) and binder (starch), the StarCrete formula includes a small addition of magnesium chloride, which significantly increases the strength of the finished material. This supplement was present in previous work by the Roberts team, where they used blood plasma, and proposed to obtain magnesium salt from tears.

Now scientists note that it can be mined directly from the local soil. Manchester-based startup DeakinBio will improve and commercialize the new technology. They expect the recipe to find applications outside of space. Adapted to earth conditions, it will provide greener materials for construction and reduce carbon emissions associated with the production of conventional cement and concrete.

3D printing is a technology for creating objects, commonly referred to as "additive manufacturing", which consists of compounding material layer by layer to obtain objects from 3D models or other computer data source. In particular, under the control of a computer with the help of an industrial robot, successive layers of material are formed. For example, analysis of patent documents of the Russian Federation according to the fips.ru database for the keywords "3D printing", "3D printer", "additive".

Of the 530 documents, the overwhelming majority were patents of the Russian Federation for inventions (63%). In second place are patents for utility models (21%). Surprisingly, there are quite a lot of computer programs for such a young industry, 75 units. As expected, there are few databases on AT (here it should be emphasized, which is explained by the fact that AT is relatively little introduced into civil economic activity). Approximately 2/3 of patents and certificates belong to residents of the Russian Federation, and the rest - to foreigners, 99% from far abroad countries, mainly from Western countries and China. There are 334 patents of the Russian Federation for inventions. Residents of the Russian Federation own 242 patents.

In construction, 3D printing is carried out "live", in the fresh air, and not in closed boxes and sealed installations. It is necessary - due to fluctuations in temperature, humidity, wind and sun - to solve the conflicting problems of print speed and solidification stability of the material. The main physical and chemical problem is the rheological properties of the building material for 3D printing.

In practice, 4 types of additives are added to ordinary cement mortar:

- 1) rheology modifiers of the working mortar / dough,
- 2) concrete setting accelerators,
- 3) water demand regulators,
- 4) anti-foam additives.

3D printing of structural materials is a continuous process that involves transporting freshly mixed concrete or mortar to an extrudable matrix and applying the structural material through the outlet (nozzle) of the matrix to form a layer of concrete. When placing concrete or mortar, the paving head moves under the control of a computer device to create a layer of structural material according to the underlying 3D model. In order for the freshly prepared concrete or mortar to pass through each section of the conveying process to the laying head, it is necessary to ensure stable rheological properties of the freshly prepared material.

However, the structural material must not only be fluid enough to serve the purposes of transport and extrusion, but also rigid enough to provide the necessary mechanical stability for the 3D printed structure before the hydraulic binder hardens. In particular, the lower layers of the structural material must withstand the loads imposed by the upper layers without failure. The team of Rustem Mukhametrahimov of the Kazan State University of Architecture and Civil Engineering demonstrates high inventive activity (about 20 patents for the composition of building mixtures and methods of building 3D printing over a five-year period). So, patent No. 2777886 relates to a building mixture, including Portland cement, quartz sand, Relamix PC superplasticizer in the form of a copolymer based on polyoxyethylene derivatives of unsaturated carboxylic acids. The technical result is an increase in dimensional stability and ensuring the absence of

defects in the form of gaps in the printed layers, a decrease in shrinkage deformations and an increase in the tensile strength of cured composites printed on a 3D printer.

About 10 patents were received by prof. Galina Slavcheva with co-authors from the Voronezh State Technical University. In particular, invention No. 2729085 relates to building materials adapted for building 3D printing modes. The patent protects the two-phase mixture. Of interest is the invention No. 2739910 prof. Valentina Poluektova from the Belgorod State Technological University. V.G. Shukhov. It refers to a polymer-cement dry mortar for 3D printing, including Portland cement, polymer binder, sand, fiber and modifier. As a polymer binder, a redispersible polymer powder of polyvinyl acetate or polyvinyl acetate copolymers is used. The analysis of patents and the experience of their practical use gives reason to conclude that the active introduction of additive technologies for the production of building materials into construction practice promises to reduce the time and cost of construction, reduce the metal consumption of monolithic structures, and also creates the possibility of optimizing the area of residential, public and industrial buildings due to greater flexibility in the choice of space-planning solutions. This type of construction forms a new industrial niche for the production of promising materials for additive construction production based on modified hydrate-setting mortars.

Engineers have developed a material that can be programmed to control heat transfer. This can save up to 40% of the energy used to cool homes. Researchers at the Fraunhofer Institute for Programmable Materials have developed programmable thermal insulation for homes that can replace air conditioners. Porous foam (can be used in 3D technology) seals the room on hot days and circulates air at night. The developed material is a foam construction with unusual properties. The principle of its operation is that when the sun is shining and it is very hot, the foam elements expand, thereby hermetically closing the ventilation slots between the wall of the building and the cladding. As a result, the room temperature remains cool. At night, the foam contracts and opens up the vents, allowing fresh air to circulate behind the cladding and effectively cool the home.

During the manufacturing process, scientists can tune how the foam changes shape and at what temperature. In addition, unlike classic shape memory foams, the new material can change shape many times, opening and closing pores over and over again. The researchers note that this development is suitable not only for residential buildings. By combining various elements, it is possible to control the temperature regime in production. To do this, it is enough to use a similar thermal insulation foam, temperature-controlled pipes that dissipate heat when the temperature rises above the set temperature, and a programmable material that can store heat when it is too hot and release it when the temperature drops below the set one. The researchers note that new materials have great potential. Only when used in ordinary residential buildings, thermal insulation saves up to 40% of the energy used to cool houses. Combined with elements that store and return heat, this will also help eliminate some of the heating in the future.

According to Market Analysis Report[15], the global 3D printing market size was valued at USD 16.75 billion in 2022 and is projected to grow at a compound annual growth rate (CAGR) of 23.3% from 2023 to 2030. The aggressive research & development

in three-dimensional printing and the growing demand for prototyping applications from various industry verticals, particularly healthcare, automotive, and aerospace & defense, are expected to drive the growth of the market.

Concretes and nano-additives

The HTTM CO RAN proposed to replace the base in cement binders with a silicate one. It will improve the quality of the material used: heating at a lower temperature during manufacture, higher compressive strength, no swelling when heated.

Replacing conventional rebar with basalt rebar. Such fittings are lighter, radio-transparent and resistant to corrosion compared to conventional ones. The shock-resistant characteristics of such reinforcement increase by 4.5 times, and the durability by 5 times.

Various nanostructured additives to concrete: For example, 0.1% Kemerit in the total cement mass of such an additive will increase the strength of structures by 25%.

Concrete and dispersed reinforcement

The development of promising concrete mixtures that can withstand the action of external loads is an important scientific problem of modern construction.

Various types of dispersed reinforcement are being developed and introduced. These developments include mathematical planning methods and experimental tests. A 35% increase in compressive strength was obtained in fiber-reinforced concretes made using a combination of steel and basalt fiber with a volume concentration of 2% steel fiber and 2% basalt fiber.

The maximum bending strength increased by 79%, the ultimate strain in axial compression decreased by 52%, the ultimate strain in axial tension decreased by 39%, the modulus of elasticity increased by 33%. Similar results were obtained for other combinations of dispersed reinforcement. The studies carried out made it possible to determine the most effective combinations of fibers of various types of fibers among themselves and their optimal volume concentration.

Self-healing materials for 3D printing

Researchers at Imperial College London have created three-dimensional building blocks that can self-repair after damage. They later found a method to use this technology in 3D printing.

Engineered Living Materials (ELM) harness the ability of plants to heal and replenish material and can respond to damage in harsh environments with a "sense and reaction" system.

The journal Nature Communications published that this could lead to the creation of new materials that detect and heal damage. By integrating building blocks into self-healing building materials, scientists want to reduce maintenance and extend the life of the material.

The same technique is used in architecture, for example as modular elements that can be assembled into various building structures.

To create the ELM, the researchers genetically engineered a bacterium called *Komagataeibacter rhaeticus*. This is to get them to produce fluorescent 3D sphere-shaped cell cultures, known as spheroids, and equip them with damage-detecting

sensors. They built spheroids into various shapes and patterns, demonstrating the potential of spheroids as modular building blocks.

Processes

3DP was originally developed for the production of small, complex, low volume products and was known as fast modeling.

Over the years, several large-scale technologies have been developed to enable 3DP designs and applications. For example, the use of mobile robots for large scale and parallel 3DPs on concrete structures.

Currently, there are many examples of 3DP technologies that are under development and testing. For example, printhead configuration, printer kinematics, print strategy.

Economic aspects and trends

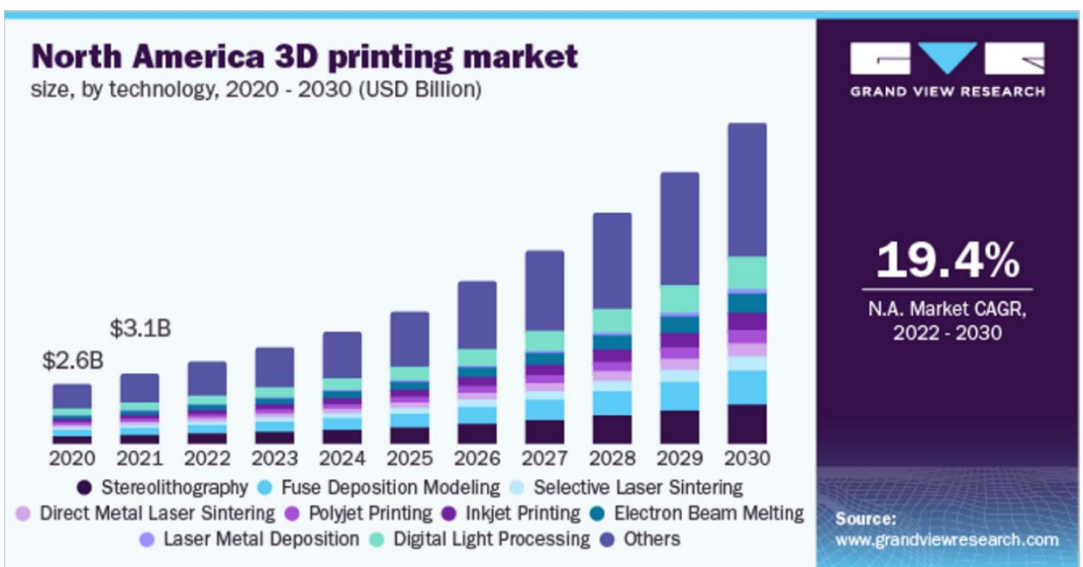
Undoubtedly, the demand for mass construction in construction will create a need for 3DP, new and more economical technological solutions will appear.

3DP has enormous design potential and can be used to build buildings with complex shapes or in special conditions. In the future, with the popularization of this technology, private consumers will also be able to complete their homes. 3DP also has great development potential in the field of individual interior design.

Some known today conditions of introduction 3DP: The first condition is time. It takes more time to get a better surface quality, which increases the time cost. The second condition is the cost of optimization. Any optimization process will increase the cost due to additional design work and the structure may become unnecessarily complex.

To measure whether a 3DP can reduce costs, it is necessary to assess the financial performance of a building product throughout its entire life cycle.

Further empirical research is needed to evaluate the life cycle cost of 3DP in raw materials, printing systems, process optimization. This is to determine how to select theoretically efficient and economical technologies.



Pic. 4: North America investment in 3D printing technology

Some of the World's largest 3D printing companies by Market

3D Systems (NASDAQ: DDD), Market Capitalization: \$2.2B

3D Systems is the most valuable and biggest 3D printing companies in the world, with a market capitalization of \$2.2 billion. The company sells a variety of items, including 3D printers, printing materials, digital design tools, and more. Manufacturing, 3D scanning, and healthcare are among the industries where the company's 3D printing services are used. With the acquisitions of Titan Additive and Kumovis, it is now expanding into extrusion-based 3D printing technologies.

Xometry Inc. (NASDAQ: XMTR), Market Capitalization: \$2.17B

Xometry, which debuted on the stock market less than a year ago in June 2021, is now second on the list of the top 3D printing companies. Xometry is an on-demand manufacturing company that was founded in 2013 as a convenient marketplace for products people to make and use. Xometry digitised manufacturing by starting from 3D printing but expanding to include much of the conventional manufacturing processes as well. Today, it is one the world's biggest on-demand manufacturing platform. To understand Xometry better, think of it as the Airbnb of On-demand manufacturing.

Stratasys Ltd. (NASDAQ: SSYS), Market Capitalization: \$1.55B

Israel-based Stratasys is on the third spot in the list of world's largest 3D printing companies as per market capitalisation (rising from 5th position last year to the third position). It also ranks high among the biggest 3D printer companies across the world. With a market cap of \$1.55 billion, the company is undeniably a force to be reckoned with in the global 3D printing market.

Protolabs (NASDAQ: PRLB), Market Capitalization: \$1.51B

With a market cap of \$1.51 billion Protolabs stands fourth in the list of largest companies in the global 3D printing market. Specialising in rapid prototyping, the company is known to offer the fastest source for and customised custom prototypes production parts. The company uses three additive processes namely stereolithography, selective laser sintering (SLS), and one of the metal 3D printing technologies such as direct metal laser sintering (DMLS). With more than half a dozen manufacturing locations across three continents, the company is known to produce and assemble custom parts in just one day.

Velo3D Inc. (NYSE: VLD), Market Capitalisation: \$1.47B

Velo3D is a new entrant to the list as it debut as a publicly-traded company in October 2021. Velo3D is a leading additive manufacturing technology company for mission-critical metal parts. It has quickly rose to prominence due to its proprietary Sapphire® system. Velo3D's reputation can be gauged by the fact that its AM systems are used by some of the most innovative companies in the world, including SpaceX, Honeywell, Boom Supersonic and more. Velo3D is said to be effective in producing mission-critical parts and that too at fraction of time and cost required by conventional technologies.

Desktop Metal Inc. (NYSE: DM), Market Capitalization: \$1.27B

Desktop Metal became a publicly listed company on December 10, 2020 after going through a SPAC deal. There was much excitement as Desktop Metal went public but for multiple reasons the DM stock has continued to fall. From the stock hitting an all-time high of \$35 per share last February, it has plummeted to \$4 per share (March 3rd, 2022).

Though the picture seems dark, Desktop Metal is betting big on its flagship Production System P-50 printer. The company shipped its first P-50 printer on 28th February. So, there is something to look forward to.

Materialise N.V. ADR (NASDAQ: MTLN), Market Capitalization: \$1.17B

With a market capitalisation of \$1.17B, Belgium-based Materialise NV comes at number seven this year. The company has more than two decades of 3D printing experience and offers a host of software solutions and 3D printing services to a variety of industries such as automotive, art and design, consumer goods, and healthcare.

The Materialise stock is steady at \$19 per share. Though it reached a 52-week high of \$77 per share in February last year, but has seen a downturn since then.

Nano Dimension (NASDAQ: NNDM), Market Capitalization: \$890.02M

Israel-based Nano Dimension is the next on the list of the world's largest 3D printing companies with a market cap of \$890.02M. The company has registered exponential growth recently and has emerged as a leader in additive electronics and nanotechnology-based ink products. Its products include the award-winning DragonFly Pro 2020 3D printer known to 3D print a variety of functional electronics such as sensors, antennas, moulded connected devices, printed circuit boards, and other devices. By easing the process of manufacturing such complex electronic devices, the DragonFly 2020 Pro 3D printer is transforming the electronic additive manufacturing market and allowing companies to take charge of their entire development cycle.

Markforged Holding Corp. (NYSE: MKFG), Market Capitalization: \$691.37M

Markforged is an American public additive manufacturing company that debuted on the NYSE last year in July 2021. It designs, develops, and manufactures The Digital Forge — an industrial platform of 3D printers, software and materials that enables manufacturers to print parts at the point-of-need.

Markforged was valued at \$2.1 billion at the time of its debut but has seen a downfall in stock prices like almost every 3D printing company and especially those going public via SPAC deals. One of the reason for the fall in prices is likely due to the SPAC deals going out of favour among many other.

Shapeways Holdings Inc.: (NYSE: SHPW), Market Capitalization: \$155.51M

Shapeways is the Dutch-New York counterpart of the Belgian Materialise. It is a digital manufacturing platform offering customers access to high-quality part manufacturing from a wide selection of processes and materials through automation, innovation and digitisation.

It also offer ready-made products from its marketplace like an E-commerce store catering to B2C clients who can place an order and get it delivered to their doorstep.

MeaTech 3D Ltd. (NASDAQ: MITC), Market Capitalization: \$82.49M

MeaTech3D is also among the biggest 3D printing companies in the world. MeaTech 3D Ltd. is an Israeli food technology company, that promotes and focuses on developing alternative option to industrialised farming. It does this to circumvent the ethical and environmental issues surrounding conventional animal husbandry by developing an industrial cultured meat production process with integrated 3D printing technology. It aims to develop a customised process to manufacture protein without animal slaughter.

MeaTech was also among the companies that went public last year in 2021.

Organovo Holding Inc. (NASDAQ: ONVO), Market Capitalization: \$32.82M

San Diego-based Organovo is at the 12th position in the list of the world's largest 3D printing company with a market cap of \$76.65 million. Known to transform the future of regenerative medicine with its 3D bioprinting technology, the company has partnered with several pharmaceuticals, medical centers and develops 3D human tissue models that could be used for different medical purposes such as biological research, predictive preclinical testing of drug compounds, therapeutic implants and even to treat damaged or degenerating tissues and organs.

Voxeljet AG ADR (NASDAQ: VJET), Market Capitalization: \$30.57M

The next on this list of the world's largest 3D printing companies with a market cap of \$96.59 million is Voxeljet. A manufacturer of 3D printing systems for industrial applications, Voxeljet is known for its large-format production and a chemical 3D printing process. The company caters to industries that range from automotive, aerospace to architecture and design.

Final Thoughts

The list of 13 of the largest and the best 3D printing companies around the world also offer a great representation of the entire 3D printing ecosystem. This list has some of the biggest 3D printer manufacturers, 3D printing service providers, software manufacturers and also one of the top medical/healthcare 3D printing company.

Environmental issues and trends

To assess the environmental friendliness of the 3DP, indicators such as energy consumption, carbon emissions, use and production of toxic substances are selected. One avenue for future research is using the Life Cycle Assessment (LCA) to assess the environmental impact of 3DPs. LCA is one of the most widely used environmental assessment tools in buildings.

As an assessment method, LCA involves the collection, processing and analysis of vast amounts of data. It takes a lot of time and effort. Therefore, information software tools such as BIM are required to support LCA. BIM is a construction management method based on the life cycle with a wide range of stages, including design, planning and operation, energy consumption and emission, etc. Relevant research is currently underway on a building environmental impact assessment method called BIM-LCA, and 3DP environmental impact assessment has shown that it can improve efficiency and accuracy.

Legislative issues and trends

Despite its potential benefits, 3DP has not yet reached its full potential in the construction industry and is not a technology capable of completely replacing traditional construction methods.

In terms of intellectual property, there are laws and regulations that protect new inventions and inventors. One area of future research will be to establish principles for the protection of intellectual property for 3D models.

Building standards

The application of 3DP in construction requires the creation of standardized building codes, which currently do not exist. There are many materials, types of equipment and processes, but there are no clear requirements for materials, processes, calibration, testing and document format standards. In the future, it will be necessary to set standards for materials, manufacturing processes and designs.

With the development of 3DP, the compatibility and accuracy of BIM software needs to be improved.

Some examples of the use of 3D printing in construction

New developments

Company Diamond Age has created a technology that will speed up the construction of residential buildings from 9 months to 30 days using 3D printing.

Diamond Age believes that there is only one solution to this problem - the automation of construction projects and the abandonment of most of the staff.

The company relies on robotic installations and efficient 3D printing. These units include a set of 26 different attachments for construction robots to assist with transporting building materials and laying foundations. An effective 3D printing is achieved through "portal-based" printers – large-sized units quickly print the internal and external walls of the future building.

China builds 3D-printed swing bridge

Recently, China has come out on top in the world in terms of innovation. For example, the Bay of Wisdom in Shanghai is built on the site of a former wool textile factory and is home to over 300 international companies involved in 3D printing, smart micromanufacturing, virtual reality (VR), augmented reality (AR) and artificial intelligence. (AI) robotics projects. It is supposed to be the only 3D printing museum in the world.

Several innovative 3D printing projects have taken place in the bay in recent years. One of them is a 3D printed sliding bridge.

The sliding bridge weighs only 850 kg, is nine meters long, 1.5 meters wide and 1.1 meters high. The structure was installed over a small pond in Wisdom Bay. The bridge can accommodate up to 20 people at a time.

The bridge is made up of 36 triangular panels, each was 3D printed with a different design, reminiscent of outward waves. Printed within three days, the panels are made from carbonate polyester composite material, which is considered environmentally friendly.

The bridge is divided into nine segments. The retractable element of the bridge is controlled via Bluetooth: the structure unfolds through the water in a spiral shape in less than one minute. The bridge is also equipped with an automatic gravity warning system to prevent overloading.

Economic effectivity: A few years ago, one of the Chinese companies conducted an experiment: 10 houses were printed there in a day. Each cost only \$4,800. That's just the example of China around the world is not in a hurry to follow. High technologies are preferred to be used for the manufacture of houses of complex structures.

UK

The UK intends to accelerate the construction of the High Speed 2 (HS2) railway network with the help of 3D printing of reinforced concrete structures at the site of the robot. A 3D printing method in which concrete is reinforced with graphene (dispersed reinforcement). It will also significantly reduce the carbon footprint of construction.

The reason for this decision is the advantages of the new technology.

The technology, dubbed "Printrastructure", is developed by London-based tunneling contractor HS2 Ltd - SCS JV (Skanska Costain STRABAG Joint Venture). It will help build a high-speed rail line in the UK linking London, Birmingham, Manchester and Leeds.

Some advantages of 3D printing:

The use of remote controlled robots will allow SCS JV to 3D print structures on site, eliminating the need to transport them on the road. 3D printing technology makes it possible to build structures in a limited space, which means that complex and expensive logistics operations will no longer be required.

Since the work is carried out on site by 3D printing robots, there is also no need to suspend work to ensure the safety of people. All this will speed up construction time and cause less inconvenience to the local population.

Reinforced concrete structures built using a reinforcing internal grid that reduces the amount of concrete needed. It also produces less waste.

Finally, the concrete used for the 3D printing process is reinforced with graphene, the strongest material on the planet. Microscopic filaments of graphene, just a few atoms thick, replace steel rods, making it easier to build structures while at the same time giving them greater strength and a smaller carbon footprint. The graphene innovation was developed by SCS JV partner in Worcestershire, ChangeMaker 3D.

From an environmental point of view, this process will reduce carbon emissions from railway construction by up to 50%.

USA

In recent years, 3D printing in housing construction has become a mainstream construction technique. And Icon is positioning itself as a major player in this area. Shortly after unveiling plans to print a simulated Mars base with NASA and the Bjarke Ingels Group, the company completed 3D printed houses in East Austin.

To create the ground floor, Icon used its Vulcan 3D printer, which extrudes a proprietary cement-like mixture from a nozzle in layers. However, the top floor was built by builders from wood. This contrasts with the Kamp C experimental house, which was completely 3D printed in Europe.



Pic. 5: General view of houses, ground floor created with 3DP in the USA

The project was created in collaboration with 3Strands and Den Property Group, as well as Logan Architecture. While the houses are the first 3D printed homes to hit the US housing market, they almost certainly won't be the last. The firm has already unveiled its vision for the future of 3D printed housing in collaboration with Lake | Flato Architects.

U.S. Army will be one of the biggest customer of 3D-printed structure. For example, barracks will be largest in the West. At the next picture is example of barrack for 72 soldiers.



Pic. 6: The project will consist of three barracks, each of which will measure over 5,700 sq ft (roughly 530 sq m), Logan Architecture

Printed in under a day, the B-Hut

The B-Hut is the largest 3D printed concrete building in the US by and only took 21 hours to manufacture at the Construction Engineering Research Laboratory (CERL) of The US Army Engineer Research and Development Center (ERDC) in Champaign, Illinois.

The structure is the latest to be 3D printed as part of the Automated Construction of Expeditionary Structures (ACES) project. CERL has previously 3D printed a smaller 512 square foot B-Hut, but this latest building is the latest to be manufactured using an in-house ACES-3 3D printer that was unveiled by CERL in September 2017.

The third generation concrete 3D printer was developed by ACES together NASA's Marshall Space Flight Center, Kennedy Space Center, and Caterpillar, Inc. It is capable of 3D printing custom-designed expeditionary structures on-demand, in the field, using concrete sourced from locally available materials. However, as with other 3D printed buildings, the roof and other horizontal surfaces were not 3D printed.

"It could be used to make refugee housing. It could be used to print disaster relief housing." US Army ERDC mechanical engineer Megan Kreiger explained to FOX Illinois. "Its applications have barely been touched because we are on the cusp of this developing technology."



Pic. 7: 3D printing the new B-Hut. Photo by ERDC

Russia

In Russia began to build houses by 3D printers. So in 2022, several regions of Russia plan to print houses using 3D printers. "Since 2014, we have sold more than 220 printers to 15 countries around the world," Alexander Maslov, CEO of AMT, told RG. "There are houses printed on our printers in Yaroslavl, Ufa, Yekaterinburg and others. There are buyers from Copenhagen too.

Most printers, according to Maslov, are now buying the southern regions of Russia. The materials used for printing work worse in the conditions of the north. The AMT company, a resident of Skolkovo, does not build, but for the sake of testing developments, it began to print houses at its site near Yaroslavl. They want to build 12 buildings ranging from 60 to 180 square meters and up to three floors high.

Construction speed: 100 square meters in two days, Andrey Rudenko, CEO of Totalkustom, said. Stand the foundation in the usual way and build walls with the help of 3D printing. At the same time, communications are being laid. Printed walls cost 30

percent less, and the entire building costs 8-12 percent less. With mass construction, the cost per square meter of the building is \$300.

3D Printing in Israel

Green 3D printing: AN ORGANIC at ARCHITECTURE

Between 23 and 30 June 2022, Jerusalem Design Week welcomed over 40,000 design enthusiasts to the Hansen House Center for Design, Media and Technology, for the showcase of an eclectic mix of exhibitions, installations and projects from over 150 Israeli and international designers. Work by invited designers centered around this year's theme 'For Now', exploring both the ephemerality of design and the design of ephemerality, and examining ways in which time can be harnessed to bring about a positive effect in periods of uncertainty.

Among the participating exhibits was the 'To Grow a Building' project, which examines possibilities of an organic architecture in the face of a global ecological crisis. With the use of industrial and non-local resources only increasing, 'To Grow a Building' proposes architecture that uses raw, natural materials such as local soil and roots as structural elements to replace unsustainable buildings made of concrete and steel. The project presents a new approach of integrating flora into the architectural design process, by developing a novel material for 3D printing through which seeding is an inseparable part of the fabrication process.



Pic. 8: Example of printing process and green life results.



Pic. 9: Examples of process material preparation for 3D printing and possibilities of an organic architecture

3D startups in Israel

There are about 40 3D Printing startups in Israel. For example, here is a list of some of exciting ones.

Provider (2018) of 3D-printed meat

Provider of 3D-printed meat. It is a meat processing company using 3D technology that delivers animal-free meat with the same appearance, texture & flavor by using natural and sustainable ingredients. It provides 3D meat digital modeling, food formulations & food printing technology to deliver a new category of complex-matrix meat. Its products are free of cholesterol and healthy.

XJet (2005)

XJet is a provider of metal and ceramic additive manufacturing technologies. The company has developed metal Jetting systems for additive manufacturing based on NanoParticle Jetting (NPJ) technology which is like an ink-jet technology for printing metals. The product portfolio of the company includes Xjet Carmel 1400 (features a 1,400 square cm build tray) and Xjet Carmel 700 (features a 700 square cm build tray).

Castor (2017)

Provider of cloud-based 3D printing management software. It is an additive manufacturing company that develops 3D printing software for optimizing the manufacturing process. It runs an analysis to determine the 3D printability of end-use parts, estimate 3D printing costs and supplies a financial analysis. It caters to multiple industries, including the automotive, aerospace, medical devices, logistics and transportation industry.

3DShook (2014)

3DShook provides gallery 3D printable tested designs designed by professionals. They introduced unlimited subscription plans to access the 3D models. They also sell printers of major brands and provide apps also.

PrintCB (2016)

Provider of advanced copper materials for copper printing and coating. Its product portfolio includes copper nanotubes, functional copper coatings, and conductive copper solutions for plastics, aluminium, ceramics, and glass surfaces. It has applications in printed electronics, automotive, power electronics, Lighting, and energy sectors.

Copprint (2016)

Provider of copper-based conductive nano inks. It features rapid sintering by standard heating methods and more bulk conductivity. Its other benefits offered by this method include substrate freedom as it's not negatively impacted by heating, robust conductive elements, and no environmental impacts. It has applications in RFIDs printing on paper, touch panel bezel contacts, printed antennas, printed PCBs, heaters, defoggers, fabrics, 3D printing of conductive patterns, batteries, and manufacturing of other printed electronics.

Assembrix (2014)

Assembrix offers SaaS-based solutions to businesses in the additive manufacturing or 3-D printing sector. It helps the 3-D printing process by improving printing speed, quality and reducing its cost by utilizing algorithms and big data. The platform offers automatic orientation which orients parts to their optimal position to reduce material usage and time for printing.

Creative IC3D (2015)

Creative IC3D is developing technology to implement three-dimensional printing in manufacturing circuit boards. They are integrating number technologies with multi-disciplinary chemistry such as Inkjet, Nano technology to develop prototype circuit boards through 3D Printing. They claim it will reduce manufacturing time of PCBs to hours from weeks. They completed writing part of developing plan as of July, 2016.

Printsyst (2017)

Printsyst has developed a cloud-based 3D printing assisting platform. The software platform is based on the company's patented AI algorithm. As of July 2017, the company's portfolio consists of PrintSYSt PO and PrintSYSt Hub.

Kazzata (2013)

Kazzata has developed platform for manufacturers to cut short the supply chain for spare parts distribution. In their platform manufacturers can store and distribute CAD files of spare parts on request basis. It will cut short the supply chain and eliminate the need of mass production and storage of spare parts. These CAD files can be used to get a 3D print of the spare parts.

Largix

Largix has created the first 3D printer able to produce large industrial storage tanks and other items from common and recycled polymers.



Pic. 10 : Largix's Robotic Production Platform can produce 3D-printed industrial items for industry including room-sized storage tanks for chemicals (Largix)

Storing and transporting hazardous liquids is a dangerous business. The secure, 13-foot-high storage tanks currently produced by CGK Group, based in Bruges, Belgium, are all hand-made – an expensive and labor-intensive process.

Now, using the world's largest robotic 3D printing platform created by Largix, an Israeli startup, CGK expects to slash the cost of creating the tanks.

"This will be a gamechanger for us," says Geert Denutte, the founder of CGK. "Nobody else is doing such technology. We estimate it will save us up to 50 percent in costs."

In addition, because the technology is automated, it can work "25 hours a day," says Denutte, dramatically cutting the time required to make the tanks.

Until now, 3D printers have been unable to produce large industrial products at industrial speeds and costs. Largix's Cold 3D Printing technology will use smart sensors with real-time data and machine learning to produce large objects with the required bonding and welding strengths. It is the first system that makes 3D printing possible for real industrial production, using polypropylene and polyethylene – common thermoplastic polymers that nobody else is capable of printing.

"Largix is the only company that can print in these materials because of their technology," says Charle. "Nowadays, we produce our made-to-measure vessels out of semi-finished products. This needs a lot of manual labor next to a significant amount of scrap material. The platform will reduce our dependency on labor, increase our productivity and, next to the substantial labor-cost savings, the Largix Robotic Production Platform brings new opportunities in terms of shapes and new materials."

"3D printing technologies are mainly capable of making models and prototypes from polymers," says Ronen Orr, co-founder of the company with Amir Sheelo. "Both of us have more than 20 years' background in traditional industries, making traditional products. We decided to develop a 3D printing technology that would be able to industrially produce real products reinventing traditional, labor-intensive, design and production of custom-made products made of polymers and composite materials, across diversified industries."

Conclusion

In recent times, 3D concrete printing (3DCP) is considered an emerging high-tech development in construction technology. However, it is too early to say whether 3DPC can fully replace current concrete construction methods such as cast-in-place and precast parts. At this moment it is necessary to find the complexity in the current construction methods and justify whether 3D printing can be used to remove this complexity. A current limitation and research need of 3DCP in the building and construction (B&C) industry lies in automatic horizontal and vertical reinforcement. It can contribute to the automation of B&C by 3DCP, which can eliminate shapes and produce complex 3D geometries with minimum time and human interaction and high geometric accuracy. It is mandatory that the characterization of the hardened characteristics is also carried out according to standard test procedures to enable appropriate engineering planning.

Finally, before 3D printing is accepted as a new construction technology by B&C authorities, standards for materials, specification, fabrication and structural design are required. These standards and their appropriate application in design and construction must ensure that appropriate levels of reliability are achieved. In the simplest form, this can be achieved by bringing additional considerations and requirements to the attention of building designers, similar to prefabricated construction, to which a separate chapter is dedicated in Eurocode 2 for concrete buildings.

Picture list

Pic. 1: 3D printing process.

Pic. 2: 3D printing process stages.

Pic. 3: Application of compression load in printed objects related to the printing direction

Pic. 4: North America investment in 3D printing technology

Pic. 5: General view of houses, ground floor created with 3DP in the USA.

Pic. 6: The project will consist of three barracks, each of which will measure over 5,700 sq ft (roughly 530 sq m), Logan Architecture

Pic. 7: 3D printing the new B-Hut. Photo by ERDC.

Pic. 8: Example of printing process and green life results.

Pic. 9: Examples of process material preparation for 3D printing and possibilities of an organic architecture

Pic. 10: Largix's Robotic Production Platform can produce 3D-printed industrial items for industry including room-sized storage tanks for chemicals (Largix)

References

Some of the Most Innovative 3D Printing Additive Manufacturing Technologies, O.Figovsky and A.Shteinbok, Additive Manufacturing 2023

3D Printing in Construction: Current Status, Implementation Hindrances, and Development Agenda

<http://www.3dprintturkey.org/assets/uploads/AbstractE-Book.pdf>

Перекидной мост с помощью технологии 3D-печати, Китай

<https://twitter.com/XHNews/status/1425728860906164227>

Массовое использование технологии 3D-печати при строительстве жилья в США

<https://building-tech.org/%D0%90%D1%80%D1%85%D0%B8%D1%82%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%83%D1%80%D0%B0/v-ssha-nachaly-massovo-yspolzovat-tekhnologyyu-3d-pechaty-pry-stroytelstve-zhylya>

Xin Ning,¹ Tong Liu,¹ Chunlin Wu,^{2,3} and Chao Wang⁴

S. H. Huang, P. Liu, A. Mokasdar, and L. Hou, "Additive manufacturing and its societal impact: a literature review," *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, vol. 67, no. 5-8, pp. 1191–1203, 2013. View at: [Publisher Site](#) | [Google Scholar](#)

A. Kazemian, X. Yuan, E. Cochran, and B. Khoshnevis, "Cementitious materials for construction-scale 3D printing: laboratory testing of fresh printing mixture," *Construction and Building Materials*, vol. 145, pp. 639–647, 2017. View at: [Publisher Site](#) | [Google Scholar](#)

T. D. Ngo, A. Kashani, G. Imbalzano, K. T. Q. Nguyen, and D. Hui, "Additive manufacturing (3D printing): a review of materials, methods, applications and challenges," *Composites Part B: Engineering*, vol. 143, pp. 172–196, 2018. View at: [Publisher Site](#) |

The 13 best construction 3D printers in 2022
<https://www.aniwaa.com/buyers-guide/3d-printers/house-3d-printer-construction/>

U.S. Army barracks will be largest 3D-printed structure in the West, By Adam Williams, April 07, 2022

Fresh and hardened properties of 3D printable cementitious materials for building and construction

<https://dr.ntu.edu.sg/bitstream/10356/88890/1/Fresh%20and%20hardened%20properties%20of%203D%20printable%20cementitious%20materials%20for%20building%20and%20construction.pdf>

To Grow a Building , Jerusalem Design Week 7.2022, jerusalem design week 2022 | design and architecture news and projects (designboom.com)

Acad O.Figovsky, Dr. Y.Pushkarev, Dr. A.Shteinbok, Protective coating based on liquid ebonite and water dispersion CSPE (2023)

Acad O.Figovsky, Dr. A.Shteinbok, Some new technologies and materials for 3D printing in buildings (2023)

3D Printing Market Size, Share & Trends Analysis Report By Component (Hardware, Software, Services), GVR, By Printer Type, By Technology, By Software, By Application, By Vertical, By Region, And Segment Forecasts, 2023 – 2030.
<https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/3d-printing-industry-analysis>

The World's Largest 3D Printing Companies by Market Cap: 3D Systems & Xometry on Top

<https://manufactur3dmag.com/the-worlds-largest-3d-printing-companies-by-market-cap-protolabs-3d-systems-on-top/>

Nonisocyanate polyurethanes: green solutions

O.L. Figovsky, O.I. Bol'shakov
IAI, Haifa, Israel, figovsky@gmail.com

At present, many types of polymers of various chemical structures have been developed; on their basis, a huge range of polymeric materials is obtained that meet the needs of various industries. However, among them it is necessary to single out polyurethane, which provides the production of technically important types of polymeric materials. Polyurethane production volumes amounted to 24.7 million tons in 2021. Polyurethanes are high molecular weight compounds with urethane groups – NHC(O)O – in the main chain. The macromolecules may also contain ether, ester, urea and other functional groups.

The traditional method for producing polyurethanes is a polyaddition reaction between an aliphatic or aromatic isocyanate containing at least two reactive groups and an oligomeric polyol containing two or more reactive hydrogen atoms. However, the main problem in the production of polyurethanes is the environmental aspect, since polymer precursors - isocyanates, are dangerous for the environment and humans, and their production is based on the use of highly toxic phosgene gas [1-3]. Phosgene, in turn, is produced using toxic gases: chlorine and carbon monoxide. In addition, the released hydrogen chloride requires the use of expensive complex equipment. For this reason, it became necessary to search for alternative environmentally friendly routes for the industrial synthesis of nonisocyanate polyurethanes. The practical application of NIPU based on epoxy-amine compositions and five-membered CCs (1,3,3-dioxolan-2-ones) in coatings, sealants, adhesives, etc. was largely developed back in the USSR by O. Figovsky, V. Stroganov and others in the 1980s-1990s.

Much of the ongoing research is focused on replacing fossil fuels with renewable alternatives based on plant biomass. In particular, monomers such as carbon dioxide, vegetable oils and carbohydrates, and terpenes have shown excellent performance in the production of various sustainable materials and products. Thus, there is a need to produce high quality polymers from renewable resources while avoiding oil depletion and disposal issues [5-6].

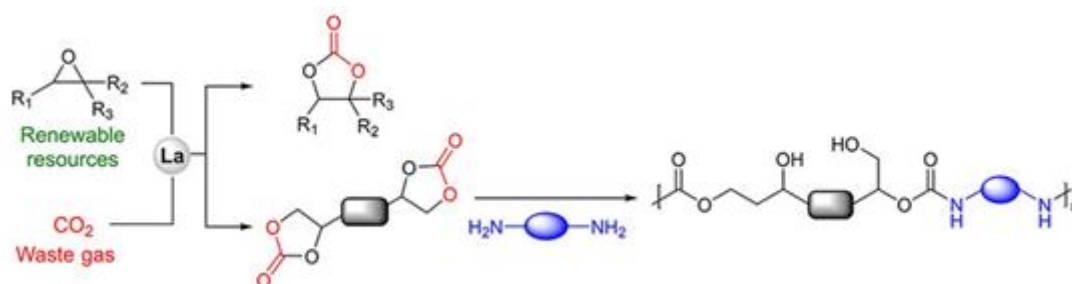
The use of waste greenhouse gases, including carbon dioxide, to produce useful and valuable polymers has long been of interest to researchers, and this chemical process is now on the cusp of commercialization. The process makes it possible to obtain 30–50% of the mass of the polymer from carbon dioxide, and the rest is obtained from oil, which determines economic and environmental benefits [7-8].

Carbon dioxide is common, non-toxic, cheap and versatile. As a greenhouse gas, carbon dioxide contributes to climate change, leading to sea level rise and extreme weather. The concentration of carbon dioxide in the atmosphere due to anthropogenic emissions increases annually by 3.9%. The prospect of using carbon dioxide for polymerization on an industrial scale is obvious: the potential possibility of reducing the amount of carbon dioxide in the atmosphere contributes to the circular economy [9].

The efficiency of the carbon dioxide sequestration process is highly dependent on the catalyst used. In general, homogeneous catalysis provides a much more productive incorporation of carbon dioxide into the polymer chain, resulting in a balanced ratio of epoxide and carbon dioxide and yielding aliphatic polycarbonates. On the contrary,

heterogeneous catalysis requires more stringent synthesis conditions and provides a low level of carbon dioxide uptake [9-10]. However, the methods are currently at an early stage of development. The commercialization of the process is associated with the prospects of application. An important advantage of carbon dioxide recycling is the use of existing infrastructure for the petrochemical production of polymers. For example, the polymerization may be carried out using existing reactors and processing and purification methods.

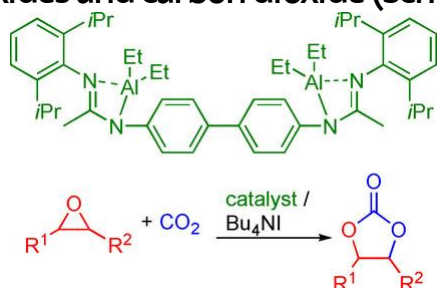
One possible green route for the synthesis of non-isocyanate polyurethanes is the use of functionalized vegetable oil, which has led to a new range of biodegradable, renewable and sustainable sources of NIPU [2]. The synthesis of a wide range of cyclic carbonates from epoxides based on unsaturated acids and CO₂ was efficiently carried out using a lanthanum catalyst. The versatility of this catalyst was confirmed by the synthesis of eleven monosubstituted cyclic carbonates and a bis-cyclic carbonate obtained from epoxidized fatty acid waste products. Then some of the synthesized carbonates were used to obtain polyhydroxy urethanes by reaction with 1,4-diaminobutane (Scheme 1).



Scheme

1. Synthesis of polyhydroxy urethanes

Other researchers have developed a number of inexpensive and stable aluminum amidate complexes as catalysts for the chemical fixation of carbon dioxide into cyclic carbonates. Reactions using terminal epoxides as substrates were carried out at room temperature and 1 bar carbon dioxide pressure in the presence of tetrabutylammonium iodide as cocatalyst in the absence of solvent. Under these conditions, excellent conversions and selectivity were achieved for a wide range of terminal epoxides. The catalyst has also been used to synthesize disubstituted cyclic carbonates from internal epoxides and carbon dioxide (Scheme 2).

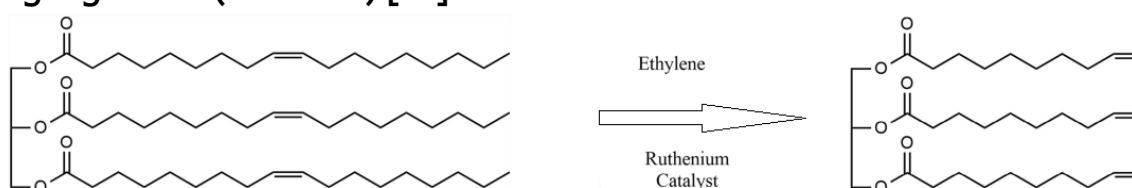


Scheme 2. Synthesis of disubstituted cyclic carbonates from internal epoxides in the presence of aluminum amidate complexes

Aluminum di-metallic complexes (salens) exhibit exceptionally high catalytic activity in the synthesis of cyclic carbonates from terminal epoxides and carbon dioxide at ambient temperature and pressure [12].

Carbonized vegetable oils have been used to produce non-isocyanate polyurethanes: the epoxy group reacts with carbon dioxide to form cyclic carbonates without by-products. The reaction proceeds in the presence of a catalyst, at high pressure and at moderate temperatures. Then carbonized oils interact with polyfunctional amine compounds for the synthesis of polyhydroxy urethanes [12].

Metathesis can be singled out among the possible routes for the functionalization of vegetable oils. Metathesis is the exchange of alkylidene groups between reactants in the presence of ruthenium catalysts. Self-metathesis results in a complex mixture of linear macrocyclic oligomers, cross-linked polymers, and trans/cis isomers that increase the reactivity of the vegetable oil. Cross metathesis with ethylene gives triglycerides with terminal double bonds. The latter route provides advantages: less steric hindrance, no dangling chains (Scheme 3) [13].



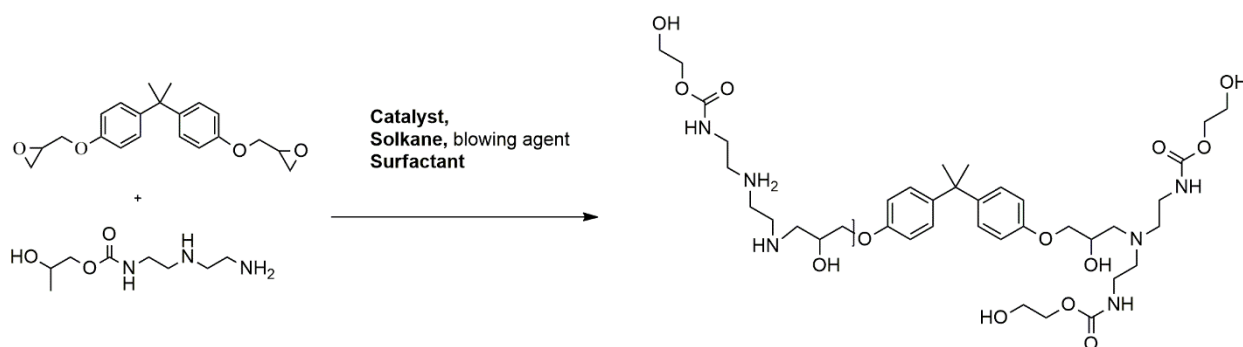
Scheme 3. Cross-metathesis of vegetable oil triglycerides

Natural vegetable oils have proven to be effective and show promise as green precursors for NIPU synthesis. Nevertheless, in recent years, in order to expand the initial raw material for the synthesis of NIPU, there are works using other renewable resources, such as terpenes, isosorbide, tannin and lignin derivatives, vanillin and glycerol. The synthesis of nonisocyanate polyurethanes based on isosorbide monomers with carboxyl functional groups is of considerable interest.

Active research is underway to develop foamed polyurethane foams based on NRPU. However, only isolated solutions are found in the literature. Weak elaboration of the issue is due to the following factors. Firstly, the impossibility of isolating the blowing agent in the reaction of forming NIPU, in contrast to the classical reaction of obtaining polyurethanes, where the release of CO₂, which forms the foam, occurs directly during the formation of the polymer due to the hydrolysis of the isocyanate group. Secondly, only recently there has been a trend towards state regulation in the field of polyurethanes in order to replace unsafe isocyanates.

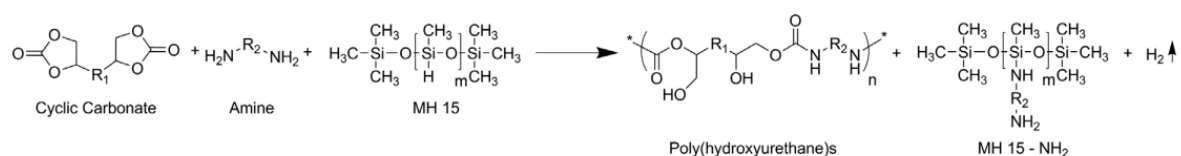
The first mention of the possibility of forming foam based on NIPU refers to the US patent 2014/0191156A1. The patent describes the creation of a new cyclic carbonate monomer that can be used as a reactive intermediate for the production of various polymers. The basis for cyclic carbonates in the invention is divinyl arene oxides, which are proposed to be converted into the corresponding carbonates at a temperature of about 100 °C under a CO₂ pressure of about 5 atm, using TBAB as a catalyst. Directly foamed NRPU is proposed to be formed by the reaction of carbonates with the TETA hardener, using cyclohexane as a foaming agent, and surfactant as a foam stabilizer. A method for forming a non-isocyanate composition for spraying, as well as a device for implementing the process and formulations for forming a non-isocyanate foam are presented in US patent 2015/0024138A1.

The spray mixture consists of two components fed into a heated mixer. Chemically, this patent is based on the reaction of high epoxy number dianic epoxides and a hydroxyurethane intermediate, according to the scheme 4:



Scheme 4. Obtaining NIPU by the reaction of diene epoxides with hydroxyurethanes

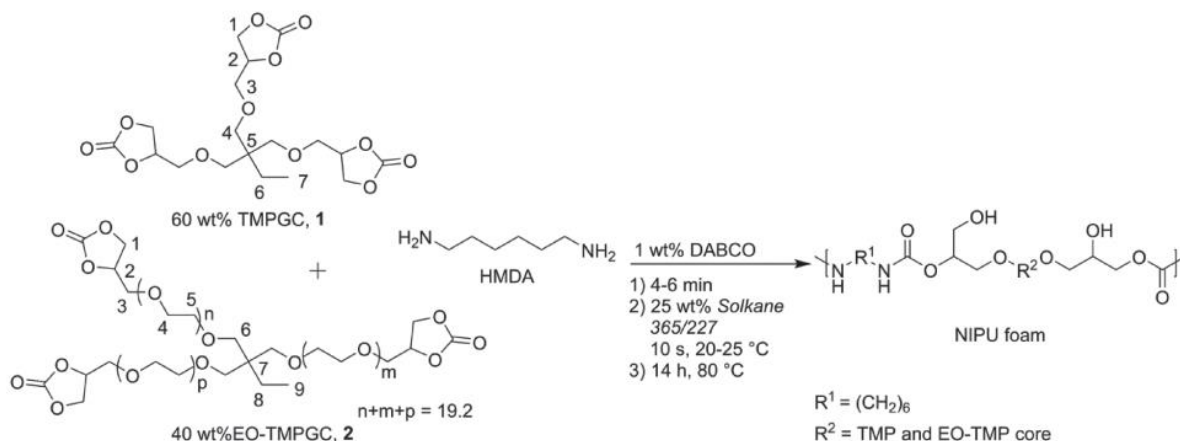
It is essentially a reaction between an epoxy and an amine-type urethane hardener. This, of course, contradicts the general approach to the reaction of cyclocarbonate and amine, but given that epoxides react with amines better than carbonates, this approach is justified. For the first time in scientific publications, foamed NRPU was obtained from carbonate, i.e. poly(propylene oxide)bis-carbonate and trimethylolpropane trisilane and two amines [14]. Equivalent amounts of blowing agent (MH 15) were used for foaming. An outgassing reaction proceeded between the amine groups of the hardener and the SiH groups of MH15 by releasing molecular hydrogen. The synthesized foams are high density elastic foams and their structure and thermal properties depend on the degree of crosslinking provided by the difference in cyclic carbonate functionality and amine structure – see scheme 5..



Scheme 5. General scheme for the formation of NIPU foam by the reaction between cyclic carbonate, amine and MH 15

Supercritical CO₂ technology has also been applied to produce foamed NRPU. To this end, cyclocarbonates based on polyethylene glycol diglycidyl ether and epoxidized soybean oil (ESBO) were obtained by CO₂ cycloaddition using a two-component organocatalyst consisting of salt and fluorinated alcohol. NIPU was obtained by stepwise melt polymerization with a biologically derived amine-active oligoamide. Finally, NIPU foams with fine pores (1–20 μm), low density ($d \approx 110 \text{ kgm}^3$), and rather low thermal conductivity ($\lambda = 50 \text{ MW m}^{-1} \text{ K}$) were obtained by a two-stage periodic foaming method. The method consists of impregnation of NIPU samples with carbon dioxide under supercritical conditions before their expansion at a temperature of 80 °C [15–16].

In the same year, a versatile process was introduced to produce 100% plant-based NIPU flexible foams obtained by curing mixtures of trimethylolpropane-based cyclic carbonates (TMPGC/EO-TMPGC) with HMDA. Freon (Solkan 365/227) was used as an environmentally friendly blowing agent. Blending the flexible EO-TMPGC with the rigid TMPGC significantly improved the handling of the NIPU foam and allowed full control over the properties of the NIPU foam -see the scheme 6. With an increase in the content of EO-TMPGC, the viscosity of the carbonate mixture decreased, which was accompanied by a decrease in the glass transition temperature of NIPU. Thus, it is possible to obtain flexible bio-based NIPU foams for car seats using carbonate mixtures with a composition of 60 wt. % TMPGC and 40 wt. % EO-TMPGC. Presented NIPU flexible foam showed a low density of 83 kg/m³ [17].



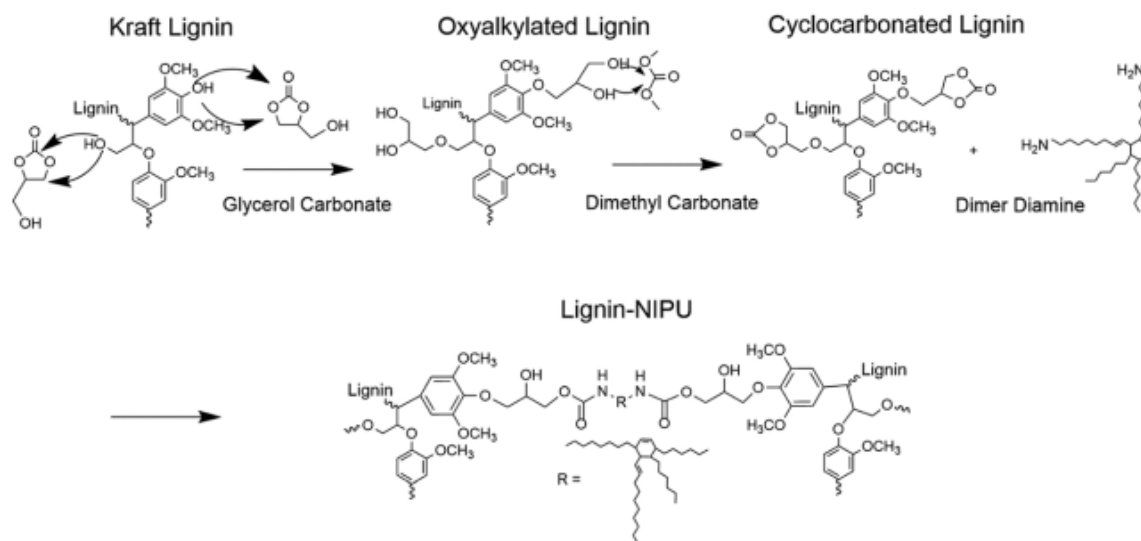
Scheme 6. Preparation of flexible NIPU foams by curing mixtures of TMPGC and ethoxylated TMPGC with HMDA in the presence of fluorocarbon as a physical blowing agent at 80°C for 14 hours.

Flexible NIPU foams have a very good hysteresis value of 13.3% combined with a hardness of 3.0 kPa. Unlike modern NIPU blowing agents and silicon-based chemical blowing agents, fluorocarbons are not incorporated into the polymer structure, do not require high pressure, and do not release flammable hydrogen. Since the properties of NIPU are determined solely by the composition of the mixture of carbonates, mixing different carbonates eliminates the need to include less reactive long chain diamines such as Priamine 1047 or Jeffamine, which can cause side reactions due to longer reaction times.

Partially self-inflating and self-curing biobased polyurethane foam from glucose-based non-isocyanate precursors (g-NIPU) was prepared by the reaction of glucose with dimethyl carbonate and hexamethylenediamine [18]. In this work, g-NIPU-based self-inflating foam was prepared at room temperature using maleic acid as an initiator and glutaraldehyde as a cross-linking agent. The resulting self-inflating rigid foams have good resilience, which is directly proportional to the density of the foam. Increasing the amount of glutaraldehyde or decreasing the amount of maleic acid thickens the cell walls and increases the density of the foam.

Another example of an environmentally friendly solution leading to materials entirely from natural raw materials is the production of NIPU from lignin using biomass as a precursor for cyclocarbonates and for hardener. For the first time, a unique non-

toxic cyclocarbonation scheme was used. NIPU have been obtained with properties comparable to those of classical cyanate polyurethane. The simplicity and safety of the presented technique open up the possibility of wide application of lignin chemistry see the scheme 7. The disadvantages of the method include the need to use hydrosilanes for foaming and the overall high density of the resulting foam [16].



Scheme 7. Reaction scheme for functionalization of kraft lignin with cyclic carbonates and curing with diamine based on fatty acids

Despite the published promising results on NIPU foams, the development of exothermic endogenous self-purging approaches that can compete with the versatility and simplicity of isocyanate-based formulations is critical. High temperatures or an external blowing agent are required to stimulate foaming of NRPU foams. The interaction of epoxy oligomers with amines is exothermic. Therefore, with an equimolecular ratio of functional groups, the aminophenol hardener is capable of polymerization "in situ" with the release of volatile products that foam the polymer. The combined use of epoxy oligomers and cyclocarbonates leads to a more uniform distribution of the foamed polymer pores and a decrease in their size. The decrease in the amount of polyalkylaminophenol in relation to the stoichiometric by 30% by weight does not provide foaming of the composition. This is due to the fact that the exothermic effect is not sufficient to release volatile substances. Apparently, the high reaction rate does not allow the formation of uniform pores. It has been established that the use of cyclocarbonates, which have a lower activity in reactions with amines, leads to a decrease in the curing rate. Thus, it is possible to obtain foamed polymers with a more uniform pore distribution.

Polyurethane coatings are widely used in various applications due to their excellent properties, especially hydrolytic stability, high elasticity and good chemical resistance. However, the use of toxic components poses a serious health and environmental hazard in both production and use. In addition to environmental concerns, imperfect coating technology is associated with application and curing times, as multiple coats are required to meet high performance requirements and achieve the desired final film thickness. In addition, the use of a solvent suggests a long time for complete curing up

to 12 hours for. In non-ideal conditions, the curing time is significantly increased to 5-7 days.

Radiation curing technology has been used to rapidly form polymer networks based on NIPU. Recent innovations in UV curing equipment open up the possibility of using such systems on site, which significantly reduces curing time regardless of temperature and humidity. Urethane acrylates provide an exceptional balance of mechanical and chemical properties of coatings and are synthesized by isocyanate-free routes. We are using a composition containing acrylic-based reactive oligomers that was foamed and then polymerized to form a foam with a structure suitable for sealing.

The study [19] describes the synthesis of a series of stable UV-curable non-isocyanate acrylate urethane oligomers (NIPU-AC) with various structures and equivalent acrylate masses, which were used as the main building block of UV-curable coatings for aerospace applications. The results showed that critical performance properties, such as low temperature flexibility and resistance to specific chemicals, were achieved through the selection of appropriate reactive thinners and UV curing conditions.

The development of coatings using water-based polyurethane dispersions that can be cured under ambient conditions has attracted the attention of scientists. The authors have synthesized similar self-oxidizing polyurethane dispersions based on cardanol. Intermediate and final products were studied using FTIR spectroscopy to determine the conformation of the synthesis reaction and their structure. Dried coating films using a suitable desiccant catalyst showed improved mechanical properties and solvent resistance. The corrosion resistance properties of coatings on steel substrates have also shown improved performance for crosslinked films.

A screening study for the production of a rigid polyurethane thermal insulation foam, a protective coating and a casting system based on NIPU showed the suitability of the developed materials for use in space [20]. Synthesis of NIPU was carried out by the reaction of cyclocarbonates with amines without the use of organic solvents and environmentally hazardous foaming agents that deplete the ozone layer (CFC). The best results were obtained with the HNIPU conformal coating and NIPU potting system, which provided performance comparable to reference commercial polyurethanes. The GNIPU foam did not meet the basic technical requirements for use as external thermal insulation for liquid fuel tanks of launchers. However, the quality of the resulting foam allows it to be used on an industrial scale.

In general, the development of coating technologies is driven by the constant need for higher performance to extend service life, reduce maintenance costs, increase efficiency for economic and environmental reasons, health and environmental constraints. One of the most promising areas in this area is smart coatings. To date, they have found application in the automotive industry, construction, consumer electronics, and other areas. Grandview Research estimates that the global market for smart coatings, including self-healing ones, was valued at \$885.5 million in 2015. By 2024, the coatings market will reach approximately \$1 billion.

The first industrial production of NIPU was founded by "Nanotech Industries, Inc." (USA, California). For the development and development of industrial production of non-isocyanate polyurethanes and hybrid materials based on them, the company received the Presidential Green Chemistry Challenge Award in 2015. [22] The award-winning work

was carried out under the guidance of the author of the book, at that time director of science and development at Polymate Ltd, Professor Oleg Figovsky. The industrial technology for producing coatings, monolithic floors and foamed polyurethanes that do not contain toxic and carcinogenic isocyanates at all stages of the technological process was also created there for the first time.

In the process of developing "green technology", Polymate Ltd. has developed several cutting-edge technologies protected by more than 10 US, European and Canadian patents. Non-isocyanate polyurethanes are obtained by the reaction of oligomeric cyclocarbonates, including those based on vegetable oils and oligomeric primary amines. Such polyurethanes have high strength, impact and wear resistance, as well as hydrolytic stability. The topic of environmentally friendly industrial nanotechnologies is the main research topic of the Polymate International Nanotechnology Research Center (Israel), which has created more than ten such technologies protected by US patents.

Today, NIPU is being extensively tested and developed in the United States by order of the Department of Defense USA. The objective of this project is to develop and evaluate innovative non-isocyanate polyurethane (NIPU) coating systems for environmentally sustainable rain erosion resistant coatings that meet or exceed the performance requirements specified in SAE AMS-C83231A, as well as some required performance properties in accordance with MIL-PRF-32239. The project will also develop a strategic transition plan for deploying this new technology in the field through joint development with industry partners and end users of US Department of Defense facilities.[21]

A new UV-curable composition is presented by an American developer of industrial coatings, which is the company Hybrid Coating Technologies . It is the first commercial company to produce polyurethane coatings and paint products from renewable sources under the brand name Green Polyurethane™. Isocyanate-free foam development is still under research, while NIPU-modified hybrid coatings and acrylic polymers are commercially successful.

According to Hybrid Coating Technologies, polyurethane flooring is UV cured in one hour rather than the standard seven days. Thanks to this development, the company's technology was mentioned by the Environmental Protection Agency as an alternative to toxic polyurethanes. The plans of the Agency include in the near future to introduce a ban on the use of isocyanates, which have a negative impact on human health. Despite the similarity of NIPU's chemical structure to conventional polyurethanes, replacing them has proven to be more of a challenge. Despite a huge amount of academic research in this area, the market for alternative NIPUs remains insignificant.

Polyurethanes combine the hardness and rigidity of metals and plastics with the flexibility of rubber. This has made polyurethane the material of choice for many applications from high performance sports cars to household items. Polyurethane also remains a staple in coatings, sealants, adhesives, elastomers, foams, textiles, automotive, the marine industry and even the biomedical industry. The production of a large number of products based on polyurethane with different properties is associated with a wide range of starting components.

Obtaining NIPU by the interaction of amines with cyclic carbonates with the formation of a urethane group remains the preferred method of manufacture. However,

advances in the synthesis of cyclic carbonates by chemically incorporating CO₂ into epoxy resins have led to a new round of research in replacing traditional polyurethanes with non-toxic alternatives. Trends in the use of plant precursors for the production of polyurethanes allow the production of "green" products. The development of water-based NIPUs for various applications is also of increasing interest, as the method allows for more environmentally friendly processes and expands the scope of NIPUs. At the same time, the market demand for sustainable plastics production is growing.

The wide distribution of commercial products based on traditional polyurethanes with different properties depending on the composition, as well as 66% of the production of polyurethane in the form of foams, today cannot be replaced by any commercial product based on NIPU. Despite the many benefits of NIPU and extensive academic research, the use of NIPU in industrial applications remains relatively low compared to conventional polyurethanes.

References

Figovsky O. et al. Environment friendly polyurethanes: nonisocyanate synthesis // *Alternative energy and ecology (Rus)*. – 2016. – №. 23-24. – C. 52-87.

Błazek, K.; Datta, J. Renewable natural resources as green alternative substrates to obtain bio-based non-isocyanate polyurethanes-review. *Crit. Rev. Environ. Sci. Technol.* 2019, 49, 173–211.

Zabalov, M.V., Levina, M.A. & Tiger, R.P. Polyurethanes without Isocyanates and Isocyanates without Phosgene as a New Field of Green Chemistry: Mechanism, Catalysis, and Control of Reactivity. *Russ. J. Phys. Chem. B* 13, 778–788 (2019).

Hu S. et al. Reprocessable polyhydroxyurethane networks reinforced with reactive polyhedral oligomeric silsesquioxanes (POSS) and exhibiting excellent elevated temperature creep resistance // *Polymer*. – 2022. – C. 124971.

Yadav N. et al. Polymers based on cyclic carbonates as Trait d'Union between polymer chemistry and sustainable CO₂ utilization // *ChemSusChem*. – 2019. – T. 12. – №. 4. – C. 724-754.

Bobbink F. D., van Muyden A. P., Dyson P. J. En route to CO₂-containing renewable materials: catalytic synthesis of polycarbonates and non-isocyanate polyhydroxyurethanes derived from cyclic carbonates // *Chemical Communications*. – 2019. – T. 55. – №. 10. – C. 1360-1373.

Yusheng Qin, Xianhong Wang, Conversion of CO₂ into Polymers, *Green Chemistry and Chemical Engineering*, (323-347), (2019). 10.1007/978-1-4939-9060-3

Liu S., Wang X. Polymers from carbon dioxide: polycarbonates, polyurethanes // *Current opinion in Green and sustainable chemistry*. – 2017. – T. 3. – C. 61-66.

Muthuraj R., Mekonnen T. Recent progress in carbon dioxide (CO₂) as feedstock for sustainable materials development: Co-polymers and polymer blends // *Polymer*. – 2018. – T. 145. – C. 348-373.

Phung Hai T. A. et al. Renewable polyurethanes from sustainable biological precursors // *Biomacromolecules*. – 2021. – T. 22. – №. 5. – C. 1770-1794

Chapman, A.M, Keyworth, C, Kember, M.R, Lennox, A.J.J. & Williams, C.K. Adding value to power station captured CO₂: tolerant Zn and Mg homogeneous catalysts for polycarbonate polyol production. *ACS Catal.* 5, 1581–1588 (2015).

Błażek K, Datta J. Renewable natural resources as green alternative substrates to obtain bio-based non-isocyanate polyurethanes-review //Critical Reviews in Environmental Science and Technology. – 2019. – T. 49. – №. 3. – C. 173-211.

Wu X, North M. A bimetallic aluminium (salphen) complex for the synthesis of cyclic carbonates from epoxides and carbon dioxide //ChemSusChem. – 2017. – T. 10. – №. 1. – C. 74-78.

Kozak C. M, Ambrose K, Anderson T. S. Copolymerization of carbon dioxide and epoxides by metal coordination complexes //Coordination Chemistry Reviews. – 2018. – T. 376. – C. 565-587.

Bourguignon M, Grignard B, Detrembleur C. Water-Induced Self-Blown Non-Isocyanate Polyurethane Foams //Angewandte Chemie International Edition. – 2022. – C. e202213422.

Figovsky O: Nanotechnologies in Construction. 2015; 1: 55–62.

Ushkov V, Figovsky O, Smirnov V. Phosphorus-containing flame retardants for fire-safe foamed polymers // Engineering Bulletin of the Don. – 2022. – №. 4 (88). – C. 462-474.

El-Zahed M. M. et al. Anticandidal action of polyurethane foam: a new modifier with functionalized isothiuronium group //Iranian Polymer Journal. – 2022. – C. 1-9.

Zareanshahraki F. et al. Synthesis of non-isocyanate polyurethanes and their application in radiation-curable aerospace coatings //Progress in Organic Coatings. – 2020. – T. 138. – C. 105394.

Gong X. et al. Synthesis of environmental-curable CO₂-based polyurethane and its enhancement on properties of asphalt binder //Journal of Cleaner Production. – 2023. – T. 384. – C. 135576..

Vlcek T., Cabulis U., Holynska M. Eco-friendlier and non-isocyanate-based polyurethane materials for space applications //CEAS Space Journal. – 2023. – T. 15. – №. 1. – C. 253-264.

Polymate ltd. & Nanotech industries, Inc – winners of 2015 US. EPA Presidential green chemistry award // Scientific Israel – Technological Advantages. 2017. V. 19 (1). 4-11.

Flame retardant coatings: a review of issues lowering down attraction of private venture investment

Abstract

The increasing complexities in the development of new fire-protective coatings hinder the attraction of private investments and impede the progress of innovation.

The review provides an overall picture of the research and specifically illustrates the extraordinary diversity of their directions and explains the inherent reason for such diversity.

The goal of this review is to establish an information foundation for a critical analysis of the feasibility of private investments in developments in this field and to show some possible ways.

The wide range of choices for specific components in fire-protective coatings and the diversity of mechanisms they employ result in a factorial number of possible combinations. The variety of properties of these components and the complexity of their interactions make it difficult to assess the outcomes of their selection unequivocally without conducting experiments during the development of new materials. Therefore, confident prediction of the results of new research is extremely challenging. As a consequence, there is a broad spectrum of directions and sub-directions in ongoing developments. Summing up the results of these investigations is further complicated by the difficulty of testing materials for aging parameters and resistance to external influences.

The wide range of choices for specific components in fire-protective coatings and the diversity of mechanisms they employ result in a factorial number of possible combinations. The diverse properties of these components and the complexity of their interactions prevent a definitive evaluation of the results of their inclusion in the composition prior to conducting experiments in the development of new materials. Therefore, confident forecasting of the results of new research is extremely challenging. As a consequence, there is a broad range of directions and sub-directions in ongoing developments. Summing up the results of these investigations is further complicated by the difficulty of testing materials for aging parameters and resistance to external influences.

The high uncertainty in forecasting the prospects of specific developments stimulates the advancement of simulation methods for compositions and coating manufacturing technologies, as well as the prediction of their effectiveness, etc. However, these methods only provide a partial increase in the reliability of expectations.

A more thorough execution of a feasibility study is recommended to substantiate venture investments. One of the additional approaches capable of enhancing its credibility is the utilization of non-traditional specialized methods for researching patent information.

Introduction

In the field of fire-protective coatings, numerous research efforts worldwide have yielded significant achievements and demonstrated promising ideas, approaches, compositions, and structures. However, when evaluating the feasibility of investing in a specific project or research, objective doubts inevitably arise in space where reliable

prognostic answers are lacking. These uncertainties ultimately raise the question of whether a particular development has a competitive future or not.

This challenge is particularly pronounced in any area where extensive research is supported by government funding through universities, and qualified scientific papers showcase the potential of such research.

This situation is particularly relevant in the field of providing fire-protective properties to polymers, including the development of flame retardant coating properties.

Modern fire-protective coatings need to meet a complex set of functional and environmental requirements [1]. This leads to significant challenges in the development of new coatings. On one hand, there are numerous publications on new developments, each providing certain achievements and aiming to meet regulatory requirements such as environmental safety, while also demonstrating potential for further advancement. On the other hand, progress in coatings that have found widespread application has been relatively slow in recent years.

Therefore, it is not surprising that experts have expressed the opinion that the industry as a whole develops at a slow pace, and it may be challenging to accelerate this development.

The acceleration of development in any innovative technology is closely tied to private investment. How should one approach the selection of directions and developments capable of ensuring a financial return? Are there methods or approaches that can be employed to identify the most promising directions for focusing efforts and allocating funding with a higher degree of reliability than the commonly accepted practices? Some approaches capable of enhancing credibility of a venture project feasibility study, including unconventional specialized methods for researching patent information, are presented in [2,3].

The high demand for advancements in fire-protective coatings holds significant potential for accelerating their development. However, to achieve this, it is essential to increase private capital investment by enhancing the reliability of investment object selection.

This review can provide guidelines to be used as foundational or supplementary information when analyzing the feasibility of investments in specific projects within the field of fire-protective coatings. The examples provided primarily focus on the protection of solid materials, but the approaches and compositions for protecting soft materials (such as woven and non-woven fabrics, foams, etc.) are similar.

Several published reviews have outlined directions and sub-directions that the authors consider to be priorities, and their assessments are valid. However, these proposals generally encompass a broad range of developments within each direction, making them less instrumental, that is less specific and actionable. Furthermore, despite the long-standing recognition of these priorities, progress is still lagging. Therefore, it may not always be advisable to solely rely on previously established viewpoints.

The specific features of requirements for fire-protective coatings

The main trends in the development of innovations in the coatings industry are generally aimed at meeting the following common requirements, combined with improving specific functionality [1]:

Increase in Durability Enhancing the durability of coatings is crucial to ensure that products maintain their quality over an extended period, even when exposed to adverse environmental conditions. Factors such as moisture, UV radiation, heat, cold, and weathering can potentially degrade the surface of coatings, leading to issues like swelling and cracking.

Regulatory requirements: health and wellness considerations The matter of substituting chemicals that present health and wellness challenges, encompassing the reduction of volatile organic compound (VOC) emissions and other eco- and health-related concerns.

Sustainability: increasing ecological demands There is a growing emphasis on the ability to recycle materials and minimize harmful emissions throughout the process.

Growth in demands for antimicrobial, anti-mold, and antiviral properties. This demand is of utmost importance in healthcare and food packaging industries. Moreover, these properties also play a crucial role in long-term used construction components, where preventing microbial growth and mitigating viral transmission are essential considerations.

The combination of required properties poses significant challenges in the development of new coatings: often, one of these requirements contradicts the others. Enhancing such characteristics involves overcoming multiple contradictions simultaneously, ensuring that improvements in one aspect do not compromise the others.

Moreover, each of the key requirements encompasses several qualitative features, leading to additional conflicts in innovation development. For instance, the antimicrobial properties of protective coatings for hospitals must also satisfy the demands for non-toxicity, non-carcinogenicity, and non-teratogenicity under normal conditions.

The simultaneous increase in requirements for reducing volatile organic compounds (VOCs), energy and resource efficiency, use of renewable materials, non-toxicity during application and recycling poses significant challenges. These challenges also lead to a slowdown in the development of practical advancements in protective coatings for widespread use.

As a result, a proper assessment of the feasibility of funding innovations in this field is complex and highly pertinent.

Flame retardant coatings are required to possess a range of properties [4,5,6]:

- Ability to slow down flame propagation and high temperatures, and prevent the ignition of underlying substrates. This primarily involves low thermal conductivity, low flame spread, and preventing access of gas fuels and oxygen to the protected substrate.
- Resistance against ignition, melting, and nonflammability.
- Safety during combustion, with low or no emission of toxic VOCs and smoke.
- Ability to actively extinguish flames.
- Additionally, they should exhibit nearly all the properties expected from other types of coatings, such as mechanical resistance, high adhesion, durability, non-toxicity, environmental compatibility, and the ability to be recycled.

Frequently, meeting the essential fire-protective requirements can be at odds with other desired properties. Finding a balance between the conflicting demands is a

challenging task for researchers and developers. It requires innovative approaches and careful selection of materials and formulations to achieve the desired fire protection performance without compromising other important characteristics.

For these reasons, the development of flame retardant coatings, like protective coatings in general, has not witnessed significant breakthroughs in recent times. The main directions of flame retardant coating development align with the overall trends in protective coatings. In recent years, the dominant focus has been on recyclability, the use of recycled materials, and the absence of harmful emissions during use and processing. Researchers strive to enhance the fire resistance performance against this backdrop.

In achieving these objectives, various challenges are addressed, including:

- Adding flame retardant properties to other functional characteristics of polymer materials. For instance, providing flame retardancy to scratch-resistant, self-healing, antimicrobial, or anti-corrosion coatings, as well as imparting scratch-resistant, self-healing, antimicrobial, or anti-corrosion properties to flame retardant coatings.

- Enhancing the stability of coating properties under environmental influences such as weathering, aging, and UV radiation.

- Improving the adhesion and adhesion stability of different types of coatings to various underlying materials requiring protection.

- Advancing the development of nanocomposite materials, including improving the effectiveness of their dispersion.

A significant factor is the increasing number of important functions and properties of coatings, their parameters, and the growing diversity of combinations of coating components and base materials. This stimulates the development of methods for simulating coating compositions, manufacturing technologies, predicting their effectiveness, and others.

Influence of development problems of fire-protective coatings on investment policy

All the aforementioned factors have an impact on the investment climate in this field. When it comes to venture capital investment in technologies, several factors are taken into account:

- Emerging trends in the field.

- Latest competing advancements in the field.

- Development stage of the specific project seeking investment.

- Various risks associated with the project.

- Probability of achieving the minimum required commercial success.

- Potential for the development of the technology and understanding of the pathways to achieve it.

- Probability of achieving a breakthrough.

- Amount of investment required, and others.

Depending on the investor's goals and policies, different factors may carry different weights. Regardless of the investor's priorities and policies, all these factors hold significance and need to be considered.

The objective of this article is to provide initial guidelines for comparing the feasibility of investing in various developments in this field.

Main concepts of modern flame retardant coatings

Methods for imparting fire-protective properties to polymer materials focus on preventing ignition, blocking flame propagation, or inhibiting heat transfer within the material. These methods vary depending on the type of material [7].

At a higher level, flame-retardant coatings can be categorized into two types: intumescent and non-intumescent [8]. The thickness of the coating film and the type of substrate significantly influence the rate of flame spread [9].

Intumescent coatings exhibit swelling when exposed to heat, forming a porous char layer that acts as a heat insulator. This char layer slows down the heat transfer between the hot gases and flames and the underlying protected material [10]. The intumescent coating can expand to a thickness up to 50 times its initial size [11].

Due to their superior flame-protective properties, intumescent coatings are often considered more promising than non-intumescent coatings, particularly for steel, wood, or hard mortar applications.

However, it should be noted that the durability of intumescent coatings poses challenges, as they may lack resistance to leaching, weathering, and aging [12]. These factors affect their long-term performance and reliability.

In [7], a comprehensive table outlines the principles of flame retardant systems based on material chemistry. These principles highlight the general mechanisms that flame-retardant coatings employ at high temperatures or during a fire:

- Inert (non-combustible) gas dilution: These coatings generate non-combustible gases that reduce the concentration of oxygen, combustible gases, and volatiles.
- Physical dilution: The concentration of the flammable material is reduced by incorporating fillers into the base material.
- Thermal quenching: Additives undergo endothermic degradation, which reduces the surface temperature of the underlying polymer.
- Chemical interactions: Retardant additives undergo thermal dissociation, producing radicals that neutralize combustible species in the gas phase.
- Protective char layer formation: Thermal decomposition leads to the formation of a protective char layer, which can be either intumescent or non-intumescent [13,14]. Intumescent materials are currently considered a priority direction for the development of new flame retardant coatings. Modern intumescent coatings often incorporate the mechanisms mentioned above.

Historically, significant achievements in flame retardancy have been made using halogen-based compounds. These compounds, particularly halogen radicals formed at high temperatures, effectively inhibit gas phase free radicals that sustain the fire. One suggested mechanism is the inhibition of the chain reaction involving active oxidative radicals by halogen radicals. This inhibits the exothermic reactions that produce energy, slows down flame propagation, and ideally extinguishes the fire [15].

To enhance the effectiveness of halogen-based flame retardants, advanced methods involve the use of compounds based on antimony, phosphorus, phenol, as well as metal hydroxides, zinc borate, and other compositions [16].

However, despite their efficiency and cost-effectiveness, halogen-based flame retardants do not meet modern requirements for health and environmental safety. During high-temperature exposure and burning processes, they emit harmful volatile

fumes and smoke. Moreover, they pose challenges in terms of recycling and contribute to environmental issues. Consequently, they are not aligned with advancements in modern ecological regulations.

Main directions of progress in the composition of flame retardant coatings

Under normal environmental conditions, coatings should provide regular properties such as protection against external influences (waterproofing, wear resistance, anti-scratch, anti-corrosion, heat insulation, flame protection, antimicrobial properties), adhesion to the substrate, electromagnetic and optical parameters, absence of substance emissions into the air, and more.

The three main functional elements of fire-protective coatings are flame retardant additives (often referred to as flame retardants), binders, and fillers [7].

Flame retardants play a direct role in fulfilling the primary functions of fire-protective compositions, which include delaying the spread of flames, reducing heat transfer to the protected substrate, preventing and delaying ignition and combustion, slowing down the dripping of melted plastics, and reducing smoke formation.

The main functions of binders include [7, 16]:

- Maintaining uniform dispersion of flame retardants, fillers, and other components within the binder matrix.

- Providing adhesion to the substrate material.

- Facilitating the formation of catalytically active structures in intumescent processes.

The binder properties directly influence the efficiency of flame retardant coatings.

Fillers play important roles in flame retardant systems [7], providing the following functions:

- Reducing thermal conductivity, which slows down the spreading of heat.

- Modifying material viscosity to reduce the melt dripping of polymers.

- Absorbing a portion of the heat through their thermal degradation, thereby reducing or slowing down further temperature degradation. In this aspect, fillers function similarly to flame retardant additives.

Moreover, fillers can have specific and highly effective functions in intumescent coatings:

- Reducing the average diameter of gas cells formed in intumescent flame retardant coatings, which leads to a char layer with reduced heat transfer and enhanced protective abilities.

- Increasing the expanding abilities of the coating, particularly applicable to expandable fillers like graphene.

- Intensifying the formation of carbonized char.

Some fillers possess additional functions of their own. For example, metal hydroxides that emit water under high temperatures function as flame retardants and are sometimes referred to as such. Conversely, non-reactive flame retardants that remain as particles in the composition are sometimes referred to as fillers.

The choice of components for flame retardant coatings is greatly influenced by the type of underlying material (substrate). Different flame retardants, fillers, and additives

are required to protect wood, steel, fabric, thermoplastic, and thermoset polymers [17,18].

The substrate, along with the flame retardant coating, forms a flame retardant system that should demonstrate durability and robustness in various applications such as industrial, architectural, transport, cables, textiles, etc. It should also be able to withstand corresponding environmental conditions, including indoor or outdoor application, temperature and moisture ranges, exposure to microbiota, chemicals, UV, etc.

Each component in the flame retardant system affects the coating's ability to adhere to the substrate and the final properties of the coating. Each component plays a specific or multifunctional role in providing durability and robustness. The final properties for different applications also depend on the interactions between the components in the formulation. There are various components in each flame retardant system, and there are complex processes that occur when they come into contact with high temperatures or flames [19,20].

Therefore:

a) Current research is focused on gaining new knowledge about polymers and compounds with flame retardant properties. b) The methods of simulation, proper testing, and data analysis are crucial in the development of modern flame retardant systems. The ability to use these methods should be considered when discussing investments.

Through these paths, more advanced materials are being created. The ongoing progress leads to an inevitable convergence with practical applications.

However, achieving significant breakthroughs or progressive pivotal points still requires some time.

When evaluating the feasibility of investing, it is crucial to carefully consider the risks versus the potential benefits. Investors should thoroughly assess the potential of the new technology or platform compared to existing, well-established solutions.

The following sections present ingredients of flame retardant systems that have demonstrated notable robustness to date, categorized based on their non-bio (conventional) or bio-based origin. Conventional origin refers to chemicals derived from mineral or petroleum/gas materials, while bio-based origin encompasses any biomass-derived sources.

One of the most significant trends in the field is the transition from conventional or "non-bio" materials to bio-based alternatives.

Progressive non-bio FRs

Some of the most effective conventional, non-bio additives that show great promise as a foundation for new developments include phosphorous-based compounds such as ammonium polyphosphate, melamine, and melamine-polyphosphate [7,12,21]. Additionally, pentaerythritol phosphate alcohol, polyphosphonate, siloxane, polysiloxane [7], and dihydro-phosphaphenanthrene oxide derived compounds [22] are also regarded as highly effective additives.

In addition to the mentioned additives, there are many other additives that remain under consideration, including long-standing ones like magnesium and aluminum hydroxides, which also function as fillers, boric acid and its salts, and others.

To illustrate the challenges in making the right investment choice in innovation, we can take the example of melamine. Alongside ammonium polyphosphate and pentaerythritol, melamine has become a commonly used industrial intumescent flame retardant. It serves as an excellent example of a modern, multifunctional component in flame retardant systems. Melamine exhibits favorable eco-properties, such as low toxicity and environmental safety [23], as well as low smoke density [24], and cost-effectiveness [25]. Moreover, it offers advantages in corrosion resistance [26]. It demonstrates high specific efficiency when used in fire-protective coatings, particularly in intumescent coatings. This is attributed to its multi-mode mechanisms that interfere with the flame process at all stages. Melamine presents numerous opportunities for various synergies in flame retardant applications.

Indeed, when considering melamine, it is also important to take into account the possibilities offered by its extensive family of derivatives and homologues. This includes its salts with organic or inorganic acids, such as phosphoric, boric, cyanuric, pyro/polyphosphoric acid, as well as its homologues like melam, melem, and melon [26]. The potential for new combinatory developments based on melamine is vast, offering numerous opportunities for further exploration and innovation.

At this, it should be noticed that the possibilities of its numerous family of derivatives and homologues is to be taken into account: its salts with organic or inorganic acids, such as phosphoric, boric, cyanuric, pyro/polyphosphoric acid, and its homologues (melam, melem, melon) [26].

Nevertheless, it is important to recognize that despite its benefits, multi-functionality, and practical workability, melamine has not provided yet a significant breakthrough. There are still a huge number of options and possibilities to be explored to determine whether melamine can eventually become a game-changer in this area. Thorough evaluation of its potential still requires extensive research, and there is no guarantee of a breakthrough.

Similar conclusions can be drawn about many other promising agents in the field, for example the recently synthesized DOPO (9,10-dihydro-9-oxa-10-phosphaphenanthrene-10-oxide) and its modifications [22].

Therefore, in general, when investing is analyzed, a comprehension of whether the innovators possess methods to choose right direction or not should be important. Another issue of priority is whether they possess methods for proper advanced and fast testing. This may become crucial, especially when the long-term stability, non-emitting VOCs, resistance to weathering and ageing are critical to the supposed applications.

Progressive non-bio binders

Some conventional binders that appear to be the most effective and promising as a foundation for new developments, particularly in combination with effective halogen-free additives, include ethylene vinyl acetate and its homopolymers and copolymers [27], dibutyl maleate, esters of branched carboxylic acids [16], various epoxy resins, polyamides [7,28,29,30], acrylic, and urethane [31].

Extensive research has been conducted over the past two decades on the best conventional non-bio binders, exploring their hybridization with other effective constituents.

For instance, a publication [32] as old as in 2006 demonstrated attempts to improve compositions based on one of the most promising binders, acrylic binder, by incorporating other effective constituents such as melamine, ammonium polyphosphates, and nanofillers. However, despite these efforts, many challenges in this area still remain unresolved.

On the other hand, there are examples that illustrate the significant impact of combining known techniques. Despite polyamide being a well-studied binder, recent discoveries have revealed numerous novelties in its usage. Various synergistic combinations of polyamide-6 or polyamide-6,6 with other polymers, flame retardants, and fillers have been disclosed in recent years [29,30,33]. In 2022, a significant synergistic effect was reported with the addition of polyphenylene oxide to polyamide-6,6 [34]. This highlights the potential for significant improvements in fire protection systems using the best binders. However, finding new ways to surpass previous achievements is not an easy task.

Even well-known basic binders can still be considered promising for the development of new coatings through hybridization with other effective constituents. Therefore, exploring novel hybridization approaches with established binders holds potential for advancing flame retardant technologies.

The examples provided suggest that there are three general approaches that can lead to progress in the field of flame retardant coatings:

- searching for new synergistic combinations of known ingredients
- discovering new promising ingredients
- utilizing progressive technologies for coating application processes.

The first approach can be exemplified by the synergistic effect observed in the combination of a DOPO-based flame retardant and melamine, reinforced with nano-silica as a filler [35]. This combination demonstrates improved flame retardant properties compared to individual components, highlighting the potential for synergistic interactions between additives and fillers in enhancing the fire resistance of coatings.

The second approach involves the exploration of new modifications of bio-based compounds. As the industry increasingly focuses on sustainable and environmentally friendly solutions, there is a growing interest in bio-based additives and binders for flame retardant coatings. Researchers are actively developing and testing modified versions of bio-based compounds to improve their flame retardancy and compatibility with other components.

In both cases, having effective tools for scientific prediction of the properties and performance of new hybrid compositions is crucial. Accurate prediction methods can aid researchers in assessing the potential efficacy of novel combinations and guide decision-making processes when investing in innovations in this field.

Progressive non-bio fillers

Non-bio fillers play a crucial role in flame retardant coatings, and their properties, such as nature, size, and surface modification are key factors in determining their functionality. Different fillers have specific functions and mechanisms for their effective operation in flame retardant systems.

One important function of fillers is to absorb heat through their temperature decomposition. By absorbing and dissipating heat, fillers help prevent the spread of flame and contribute to the overall fire resistance of the coating. Additionally, certain fillers can release extinguishing substances that aid in extinguishing the flame or inhibiting its spread.

Fillers also serve other important purposes. They can help prevent the leaching of other agents, thus prolonging the durability of the coating and reducing the effects of aging. They can suppress smoke formation, reducing the dense and toxicity of smoke generated during a fire. Fillers can also reduce the dripping of the melt polymer base, which is essential for preventing the spread of fire and protecting the underlying materials.

Furthermore, fillers can enhance the adhesiveness of the coating to the protected material, ensuring its effectiveness in providing fire protection. They can contribute to the formation of a char protective layer, including intumescent chars, which act as a barrier against heat and flame. Some fillers are even considered "flame retardants" due to their inherent ability to fight against flames efficiently. Metal hydroxides, for example, release a high volume of water when heated, while lignin-based particles are effective in forming char under high temperatures.

Another important aspect is the synergistic effect that many fillers can have when combined with other components in flame retardant coatings. In hybrid synergistic combinations, fillers enhance the overall performance of the coating.

The wide range of available fillers provides a variety of their functions and mechanisms in their interaction with other components. It is precisely their interaction with base polymers and flame retardants that determines the selection of specific fillers to maximize the fire protection characteristics of coatings.

In modern developments, there is a focus on achieving synergistic effects through interactions between components. Therefore, combinations of different fillers are often used.

A trend has emerged in the use of fillers with complex structures.

This is well illustrated, for example, by the utilization of a filler combination comprising a relatively new agent, two-dimensional nanofillers of graphene oxide, and Mg-Al layered double hydroxides in a polyurea composite coating with modified ammonium polyphosphate as the flame retardant (FR) [36]. The results obtained demonstrate remarkable flame-retardant and fire-protective performance, a strong mechanical strain rate effect, and enhanced bonding between the polyurea polymer and the underlying steel.

As the industry increasingly moves towards bio-based compositions, the challenges related to the implementation of fillers become more complex in order to meet the efficiency requirements of modern consumers.

Trend towards bio-based flame retardant coatings

The use of biomaterials to create eco-friendly and non-hazardous coatings is considered one of the main trends in the coatings industry. This trend is driven by the increasing regulatory demands for ecological and human health considerations. Bio-based coatings offer several advantages in this regard, including low toxicity, renewability, and ecological compatibility.

As a result, there is a growing importance placed on the development of novel and efficient bio-based polymers, flame retardants, and other agents.

The shift from conventional, non-bio flame retardant coatings to sustainable bio-based coatings aims to meet economic, health, and ecological demands. However, there are specific challenges in implementing this trend in fire-protective coatings. One challenge is the relatively high flammability of biopolymers. Another challenge is their high hydrophilicity, which can affect their performance as coatings [12].

Research is being conducted on bio-based coatings for all three main constituents: flame retardant additives, which are crucial for the fire retardancy of the coating system, binders, and fillers. Additionally, the nature of the underlying material being protected also significantly influences the efficiency of the coating.

Bio-based flame retardants

Some research studies highlight the utilization of modified lignin, cellulose, polysaccharides, proteins, lipids, and chitosan macromolecules [37,38,39,40] in coatings intended for various substrates such as wood, steel, concrete, and fabric.

Other researchers are specifically focusing their efforts on developing sustainable biobased flame retardants (FRs) for plastic applications. These include substances such as phytic acid, tannic acid, isosorbide, diphenolic acid, deoxyribonucleic acid (DNA), β -cyclodextrin, metallic phytates, coffee/phosphorous modified particles, and various others [21, 44].

Here, we will leave aside some mix in terminology, when the same agent is sometimes referred as FR, and in other cases as a filler. This happens, for example, with metal hydroxides. These well-known fillers are sometimes called as FRs because their intensive flame-retarding action on producing water at high temperatures. Similarly, lignin- or starch-based additives are sometimes called as “fillers”, but they are quite often called as “flame retardants” because of their high ability to form char layer and do other functions. For this reason, we would call them “flame retardants”.

Out of all the bio-based fiber polymers, lignin is very effective for use in FR additives/fillers for the coatings due to its highly aromatic structure which provides effective charring at high temperatures, e.g. lignin-diethylenetriamine/red phosphorus nanoparticles [41]. Lignin -based fire-protective agents are especially effective in combination with hemicellulose. The similar effects were obtained with starch [37].

When considering various types of additives, organophosphorus flame retardants continue to receive significant attention [37,42]. Their effectiveness is further enhanced when combined with nitrogen, sulfur, boron, or silicon components. Organophosphorus flame retardants derived from biomaterials hold great promise due to the inherent advantages of bio-based materials. Moreover, they are less likely to face unforeseen restrictions in the future due to their eco-friendly properties. Additionally, the combination of phosphate-based components with nitrogen and/or silicon-based components has demonstrated synergistic effects [22,43,44]. For instance, isosorbide derived from starch can serve as a highly effective platform for the development of various phosphorus flame retardants [39,40]. Another example is the utilization of a novel phosphorus-containing furan-based epoxy curing agent as a flame retardant [45]. Furthermore, DOPA-modified flame retardants [22] have shown a wide range of

opportunities for further advancement. Numerous other modifications of organophosphorus compounds are also being explored.

One more important point into this pull is the ability of organophosphorus-based flame retardants to provide and enhance intumescent coatings [46].

Above that, the chemistry of phosphorus-based flame retardants holds significant potential that is yet to be fully explored, owing to its wide and extensive applicability to various materials. This potential is further amplified by the broad range of reactivity exhibited by compounds of this nature.

This aspect is often highlighted when discussing polymers as bulk materials, rather than coatings, where flame retardant compositions are introduced to provide flame retardant properties directly to the product or bulk layer. It is well-known that reactive additives are generally effective for thermosetting plastics, while non-reactive additives perform better in thermoplastic polymers. [44].

An effective lignin-based phosphate–melamine FR was presented in [21].

Lignin exhibits flame retardant properties in both the gas and condensed phases. It enhances the performance of other flame retardants and plays a leading role in the formation of char [47]. The synergistic combination of lignosulfonate with ammonium polyphosphate (APP) results in producing of a stable carbon layer. Additionally, non-combustible gases such as NH₃ and H₂O are generated at high temperatures, thereby reducing the oxygen concentration [48].

Another example is the utilization of carboxymethyl chitosan microencapsulated melamine polyphosphate as a flame retardant (FR) in thermoplastic polyurethane coatings [49]. In this case, chitosan serves as a multifunctional additive, working in conjunction with melamine polyphosphate to provide flame retardancy. Chitosan executes several functions, including:

- improved compatibility: the hydrophobic structure of chitosan enhances the compatibility between melamine and the polymer matrix, facilitating the uniform dispersion of the FR throughout the matrix.
- intumescent char formation: chitosan contributes to the formation of intumescent char layers during combustion. These char layers create a protective barrier that helps to reduce heat transfer and inhibit flame spread.
- water resistance: chitosan imparts high water resistance to the thermoplastic material, further enhancing its durability and fire protection properties.

Another promising bio-based FR is phytic acid. It can enhance the matrix's catalytic charring and inhibit the combustion process due to its own phosphate groups [50]. Many new FRs were synthesized based on phytic acid [50,51].

One more promising bio-based FR is tannic acid. It provides several flame retardant mechanisms, leading to carbonization to form a protective carbon layer [52] and to generation of radicals which neutralize the radicals supporting combustion process, and so create distinguishing effect [53,54]

Yet one more promising bio-based FR is β -cyclodextrin. Its polyhydroxy structure defines its flame retardant mechanism. Cyclodextrin is dehydrated and carbonized during combustion to produce a large amount of carbon residue.

For example, a new type of cyclodextrin microencapsulated ammonium polyphosphate provides a synergistic effect of high carbonization ability and generating high volume of NH₃ and H₂O resulting in effective flame retardance [55].

Other bio-based flame retardants, such as those derived from starch, sodium alginate, proteins, DNA, and others, are also subjects of ongoing research.

Bio-based binders

Some specific research has been dedicated to addressing the challenges of combining flame retardants (FRs) with coat adhesives, including the exploration of suitable bio-based adhesives. It is worth noting that all bio-based polymers are inherently flammable, necessitating the use of flame retardants to enhance their flame resistance.

Incorporating bio-based FRs into bio-based binders enables the development of fully bio-based coatings and even construction materials.

It is important to mention that bio-degradable composites are sometimes referred to as bio-composites, regardless of their actual origin.

There are two main strategies for utilizing bio-based binders and polymers to improve flame retardancy [49].

The first approach involves using specific biopolymers such as modified lignin, cellulose, chitosan, starch, starch-derived cyclodextrins, polylactides, polyhydroxyalkanoates, polyamide-11, among others. For instance, in a specific study [21], α -cellulose and β -cyclodextrin were investigated as binders for flame retardant systems.

The second approach focuses on polymers similar to petrochemicals but derived from natural raw materials such as bio-based polyurethanes, epoxy resins, acrylic resins, and others.

At present, both strategies have their own advantages and disadvantages, leading to ongoing and intensive research in the field.

The aim of these studies is to develop bio-based binders and polymers that effectively enhance flame retardancy, leading to safer and more sustainable coating materials.

Currently, polylactic acid (PLA) based composites are being widely used in industry. An interesting example is the flame retardant system of bio-composite polylactic acid-thermoplastic starch, enhanced through glycerol phosphate treatment of the starch, and reinforced by modified flax fibers [56]. It demonstrates high flame retardancy parameters, and also well-balanced strength and stiffness. This system acquires even more advanced characteristics after introducing ammonium polyphosphate.

More recently, another interesting approach to improvement of PLA-based bio-composites was published [57]. There was implemented the Layer-by-Layer (LbL) method for the simultaneous improvement of the flame retardancy and the mechanical properties of PLA-based coating bio-composites. The LbL technique was used to modify the surface of the protected material using a four-layer structure of chitosan, sepiolite, and ammonium polyphosphate. Flame retardancy was significantly improved.

Similar to PLA, polyhydroxyalkanoates (PHAs) are polyesters derived from bio-based resources. Differing from PLA derived from plants, PHAs are produced by bacteria. PHAs are used to develop biodegradable composites, particularly in combination with other polymers [58,59].

Polyamide-11 is another bio-based adhesive that is utilized in flame retardant systems. The inherent fire resistance of pristine polyamide-11 is limited, so its flame

retardancy is achieved through the incorporation of flame retardants and nanofillers, often in conjunction with another binder such as polylactic acid [50,60].

Bio-based polyurethanes are also an area of continuous research. One intriguing example is the incorporation of flame retardants during the synthesis of polyurethane. Flame retardants are introduced into bio-based polyols derived from sources such as soybean oil, orange peel oil, and castor oil [50].

Epoxy resins are widely recognized thermoset polymers that are effectively used as binders in flame retardant coatings [7]. There are ongoing research endeavors focused on substituting petrochemical-derived epoxies with environmentally friendly epoxy resins derived from biomass sources [61,62].

The issue of aging

An additional challenge that complicates and prolongs the development process is the issue of aging, particularly for outdoor applications. The impact of aging on polymers and flame retardant systems, including their durability and flame resistance under various conditions such as temperature, thermo-oxidation, moisture, UV radiation, ionizing radiation, chemical solvents, and physical stress, has been investigated in numerous publications [7,63,64,65,66]. However, these studies were not as extensive and systematic as the studies on flame retardants themselves. Nevertheless, they have revealed two key findings:

A) The results varied significantly for different polymers, adhesives, and flame retardant compositions.

B) The prediction of these results through chemical simulation or mathematical modeling proved challenging.

Consequently, there is still a long way to go in obtaining reliable long-term results in the field of aging studies. However, some progress is being made in this direction.

When evaluating the feasibility and expediency of investing, it is important to consider the extent of research conducted on aging and its prognosis.

Conclusions

This article provides a comprehensive overview of research in the field of flame retardant coatings and polymers. It paints the landscape of wide range of research directions and explains the inherent reasons behind this diversity.

The purpose of the article is to provide initial insights and guidance for analyzing the feasibility of specific investments in this field, taking into account the multitude of factors that complicate such analysis.

Several specific issues and points to consider when evaluating the expediency of investing of a project in this area are emphasized in italics throughout the article above. At this, the list of such really important points is wider and can be expanded in a more specific article.

Main features of this landscape

High Demand and Competition: The field of flame retardant coatings and polymers is highly sought after in various industries, leading to intense competition among developer groups and supporting companies.

Broad Research Scope: The research in this field encompasses a wide range of materials as objects of study, methods of chemical synthesis for key components,

developing hybrid (combined) compositions, and advanced coating creation and application technologies. These studies involve highly qualified research teams with extensive experience in developing these methods.

Complex Interactions and Diverse Components: The large number of coating components and their mechanisms of action and interaction result in a factorial number of possible combinations. The unique properties, diversity, and complexity of these component interactions make it challenging to significantly limit their selection in advance when developing new materials. Confidently predicting the outcomes of new research is extremely difficult. As a result, there is a wide range of research directions and sub-directions, with a significant number of experimental studies within each development.

Transition to bio-composites: In the current key strategic direction, which is the transition to bio-composites, decisive results have not yet been achieved. This indicates that further progress is needed to fully explore and optimize the use of bio-based materials in flame retardant coatings and polymers. These systems should:

Be easily recyclable or biodegradable.

Not emit toxic substances under normal environmental conditions during their long service life.

Not release harmful volatile compounds under high temperature or flame.

Therefore, in principle, there is a room for entering this field with new ideas. In this field, there are numerous developments that have: a) achievements, as well as shortcomings and unresolved issues, and b) potential for further development.

Key sub-directions include the improvement of flame retardants (FRs), binders, fillers, and other additives; the creation of synergistic combinations among them; the development of multifunctional and smart coatings; advancements in coating application technologies, and more.

Due to the aforementioned reasons, it is impossible to determine in advance which of these developments are the most promising. That is why research continues in a very broad range. Analyzing investment proposals in this field is also significantly challenging. Some initial insights to consider during such analysis are presented in the sections of this review.

Preferred organizational conditions for investment entry

The first crucial requirement is the presence of an experienced team as only highly qualified groups of scientists can successfully implement complex synthesis and hybridization processes of various components necessary for the realization of new ideas.

The second crucial requirement is modern technical equipment, both general and specialized. This includes laboratory and technical capabilities for chemical synthesis and monitoring of its results, testing methods, including accelerated aging studies.

Additionally, access to modern software programs for preliminary modeling of the properties of synthesized materials is necessary.

A more thorough execution of a feasibility study is recommended to substantiate venture investments. One of the additional approaches capable of enhancing its credibility is the utilization of non-traditional specialized methods for researching patent information.

Approaches to the specific analysis of the prospects of a sub-direction or technology proposed for investment

Recommendations in this regard vary depending on whether the technology has been developed for a long time or if a new approach is being proposed.

For a technology that has been long-established and is gradually developing:

The risks of scientific or technical failure for such developments are relatively low. However, there are many competing systems of this type, each with its own real achievements, advantages, and disadvantages. Therefore, the chance of occupying a significant market niche is not big even in a case of scientific success.

Obtaining reliable expert assessments of their competitive commercial prospects is challenging. Therefore, the risks of being in a weak competitive position are relatively high. There are also significant risks of requiring substantial over-expected additional investment, as evidenced by similar developments in the past.

To address these challenges, special methods can be recommended to increase the reliability of forecasting the commercial prospects of such developments.

One precise and specialized method includes a thorough analytical examination of the patent landscape using specific techniques [2]. Despite the availability of modern commercial patent search and analytical services by the companies Questel, Clarivate, Patbase, etc., such studies remain unfamiliar and overlooked by investors and investment committees. However, when properly executed, these studies yield sufficiently accurate and reliable results [3].

For a technology implementing a significantly new approach

The risks of scientific and technical failure for such developments are relatively high. However, in the event of success, the probability of successful competitive commercialization, capturing a substantial market niche, is also considerable.

Obtaining a highly reliable expert opinion with a sufficiently confident forecast of prospects before obtaining experimental results is equally challenging as in the first case.

In such situations, a more thorough specific combined investigation of development prospects is recommended, involving close collaboration between a professional in the field and an expert capable of conducting unconventional analytical research of the patent landscape. Modern commercial analytical patent services offer unique opportunities for unconventional research using specialized methods.

Such a non-standard comprehensive analysis of the patent landscape in conjunction with expert insights can provide valuable information not only about the novelty and patentability, not only understanding the intellectual property landscape. It also can:

- help in reinforcing the scientific solutions, and
- expand potential commercial applications of the technology
- aid in identifying potential risks
- reveal unknown competitors that are still at a starting position.

All this facilitates making better-informed decisions regarding the development and potential investment.

References

- Figjvsky Oleg, Beilin Dmitry. *Advanced Polymer Concrete and Compounds*. CRC Press, 2017, 272 pages
- Akselrod B. Practice of venture investor: expertise of "embryonic" developments. *INNOVATIONS*, n.5 (103), May, 2007, pp.18-24 (in Russian).
- Akselrod B., Petrova N. Independent expertise of the commercialization prospects for IP over the specific territories based on exploration of patent information//Conference "Patents-2011", Moscow, 03.10.2011 (English version available)
- Liu, Q.; Wang, D.; Li, Z.; Li, Z.; Peng, X.; Liu, C.; Zhang, Y.; Zheng, P. Recent Developments in the Flame-Retardant System of Epoxy Resin. *Materials* 2020, 13, 2145
- Abdeen, D.H.; El Hachach, M.; Koc, M.; Atieh, M.A. A Review on the Corrosion Behaviour of Nanocoatings on Metallic Substrates. *Materials* 2019, 12, 210.
- Awang, M.; Khalili, A.A.; Pedapati, S.R. A Review: Thin Protective Coating for Wear Protection in High-Temperature Application. *Metals* 2020, 10, 42.
- M. M. S. M. Sabee et al. Flame Retardant Coatings: Additives, Binders, and Fillers. *Polymers* 2022, 14(14), 2911-2943.
- Yang, H.; Yu, B.; Song, P.; Maluk, C.; Wang, H. Surface-Coating Engineering for Flame Retardant Flexible Polyurethane Foams: A Critical Review. *Compos. Part B Eng.* 2019, 176, 107185.
- Huang, D.; Chen, C.; Xu, Z.; Li, D.; Shi, L.; Liang, G. Fire Behaviors of Two-Layer Coated Latex Foam with an Extremely Thin Surface Layer under Bottom Ventilation Conditions. *Process Saf. Environ. Prot.* 2021, 148, 1164–1178.
- Popescu, C.M.; Pfriem, A. Treatments and Modification to Improve the Reaction to Fire of Wood and Wood Based Products—An Overview. *Fire Mater.* 2020, 44, 100–111.
- Beh, J.H.; Yew, M.C.; Saw, L.H.; Yew, M.K. Fire Resistance and Mechanical Properties of Intumescent Coating Using Novel Bioash for Steel. *Coatings* 2020, 10, 1117.
- Juergen H. Troitzsch. Fire performance durability of flame retardants in polymers and coatings. *Advanced Industrial and Engineering Polymer Research*. June 2023, ISSN 2542-5048, <https://doi.org/10.1016/j.aiepr.2023.05.002>. (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2542504823000362>)
- Shen, J.; Liang, J.; Lin, X.; Lin, H.; Yu, J.; Wang, S. The Flame-Retardant Mechanisms and Preparation of Polymer Composites and Their Potential Application in Construction Engineering. *Polymers* 2022, 14, 82.
- Vahidi, G.; Bajwa, D.S.; Shojaeiarani, J.; Stark, N.; Darabi, A. Advancements in Traditional and Nanosized Flame Retardants for Polymers—A Review. *J. Appl. Polym. Sci.* 2021, 138:e50050. <https://doi.org/10.1002/app.50050>
- Baby, A.; Tretsiakova-McNally, S.; Arun, M.; Joseph, P.; Zhang, J. Reactive and Additive Modifications of Styrenic Polymers with Phosphorus-Containing Compounds and Their Effects on Fire Retardance. *Molecules* 2020, 25, 3779.
- Zybina O., Gravit M. *Intumescent Coatings for Fire Protection of Building Structures and Materials*. Springer Cham. 2020. 210 p.
- Czupryński, A. Flame Spraying of Aluminum Coatings Reinforced with Particles of Carbonaceous Materials as an Alternative for Laser Cladding Technologies. *Materials* 2019, 12, 3467.

- Nontasak, W.; Thongnuanchan, B.; Ninjan, R.; Lopattananon, N.; Wannavilai, P.; Nakason, C. Fire-Retardant Wood Coating Based on Natural Rubber Bearing Methacrylic Functionality. *J. Polym. Eng.* 2021, 41, 44–53.
- Xie, L.; Wang, J.; Lu, Q.; Hu, W.; Yang, D.; Qiao, C.; Peng, X.; Peng, Q.; Wang, T.; Sun, W.; et al. Surface Interaction Mechanisms in Mineral Flotation: Fundamentals, Measurements, and Perspectives. *Adv. Colloid Interface Sci.* 2021, 295, 102491.
- Zhang, J.; Zeng, H. Intermolecular and Surface Interactions in Engineering Processes. *Engineering* 2021, 7, 63–83.
- Hobbs, C.E. Recent Advances in Bio-Based Flame Retardant Additives for Synthetic Polymeric Materials. *Polymers* 2019, 11 (2), 224.
- Bifulco A. et al. Recent advances in flame retardant epoxy systems containing non-reactive DOPO based phosphorus additives. *Polymer Degradation and Stability.* 2022, 200, 109962.
- Mensah, R.A.; Shanmugam, V.; Narayanan, S.; Renner, J.S.; Babu, K.; Neisiany, R.E.; Försth, M.; Sas, G.; Das, O. A Review of Sustainable and Environment-Friendly Flame Retardants Used in Plastics. *Polym. Test.* 2022, 108, 107511.
- Araby, S.; Philips, B.; Meng, Q.; Ma, J.; Laoui, T.; Wang, C.H. Recent Advances in Carbon-Based Nanomaterials for Flame Retardant Polymers and Composites. *Compos. Part B Eng.* 2021, 212, 108675.
- He, W.; Song, P.; Yu, B.; Fang, Z.; Wang, H. Flame Retardant Polymeric Nanocomposites through the Combination of Nanomaterials and Conventional Flame Retardants. *Prog. Mater. Sci.* 2020, 114, 100687.
- Rezvani Ghomi, E.; Khosravi, F.; Mossayebi, Z.; Saedi Ardahaei, A.; Morshedi Dehaghi, F.; Khorasani, M.; Neisiany, R.E.; Das, O.; Marani, A.; Mensah, R.A.; et al. The Flame Retardancy of Polyethylene Composites: From Fundamental Concepts to Nanocomposites. *Molecules* 2020, 25, 5157.
- Karaer Özmen, F.; Üreyen, M.E.; Koparal, A.S. Cleaner Production of Flame-Retardant-Glass Reinforced Epoxy Resin Composite for Aviation and Reducing Smoke Toxicity. *J. Clean. Prod.* 2020, 276, 124065.
- Aziz, T.; Mehmood, S.; Haq, F.; Ullah, R.; Khan, F.U.; Ullah, B.; Raheel, M.; Iqbal, M.; Ullah, A. Synthesis and Modification of Silica-Based Epoxy Nanocomposites with Different Sol–Gel Process Enhanced Thermal and Mechanical Properties. *J. Appl. Polym. Sci.* 2021, 138, 51191.
- Quan, Y.; Zhang, Z.; Tanchak, R.N.; Wang, Q. A Review on Cone Calorimeter for Assessment of Flame-Retarded Polymer Composites. *J. Therm. Anal. Calorim.* 2022, 147 (5), pp. 10209–10234.
- Vahabi, H.; Sonnier, R.; Taguet, A.; Otazaghine, B.; Saeb, M.R.; Beyer, G. Halloysite Nanotubes (HNTs)/Polymer Nanocomposites: Thermal Degradation and Flame Retardancy. In *Micro and Nano Technologies*; Cavallaro, G., Fakhrullin, R., Pasbakhsh, P., Eds.; Elsevier: Amsterdam, The Netherlands, 2020; pp. 67–93.
- Anees, S.M., Dasari, A. A review on the environmental durability of intumescent coatings for steels. *Journal of Materials Science*, 53 (1) (2018), pp. 124–145
- Wang, Z. et al. Effect of acrylic polymer and nanocomposite with nano-SiO₂ on thermal degradation and fire resistance of APP–DPER–MEL coating. *Polymer Degradation and Stability.* 2006, 91 (9), pp. 1937–1947

Marset, D.; Dolza, C.; Fages, E.; Gongga, E.; Gutiérrez, O.; Gomez-Caturla, J.; Ivorra-Martinez, J.; Sanchez-Nacher, L.; Quiles-Carrillo, L. The Effect of Halloysite Nanotubes on the Fire Retardancy Properties of Partially Biobased Polyamide 610. *Polymers* 2020, 12, 3050.

Zhang, Z.; Yang, M.; Cai, K.; Chen, Y.; Liu, S.; Liu, W.; Liu, J. Effect of the Flame Retardants and Glass Fiber on the Polyamide 66/Polyphenylene Oxide Composites. *Materials*. 2022, 15, 813.

A. Bifulco, D. Parida, K. Salmeia, S. Lehner, R. Stämpfli, H. Markus, G. Malucelli, F. Branda, S. Gaan, Improving flame retardancy of in-situ silica-epoxy nanocomposites cured with aliphatic hardener: combined effect of DOPO-based flame-retardant and melamine. *Compos. Part C. Open Access* 2 (2020) 100022.

Lin, G. et al. Flame retardancy and anti-impact performance of polyurea composite coating reinforced by modified ammonium polyphosphate and two-dimensional nanofillers. *Progress in Organic Coatings*, 2023, 180, 107554.

Madyaratri, E.W. et al. Recent Advances in the Development of Fire-Resistant Biocomposites—A Review. *Polymers* 2022, 14 (3), 362.

Liang, D.; Zhu, X.; Dai, P.; Lu, X.; Guo, H.; Que, H.; Wang, D.; He, T.; Xu, C.; Robin, H.M.; et al. Preparation of a novel lignin-based flame retardant for epoxy resin. *Mater. Chem. Phys.* 2021, 259, 124101.

Howell, B.A.; Daniel, Y.G. Reactive Flame Retardants from Starch-Derived Isosorbide. In *Sustainability & Green Polymer Chemistry Volume 1: Green Products and Processes*; ACS Symposium Series; American Chemical Society: Washington, WA, USA, 2020; Volume 1372, pp. 209–219.

Howell, B.A.; Daniel, Y.G. Isosorbide as a Platform for the Generation of New Biobased Organophosphorus Flame Retardants. *Insights Chem. Biochem.* 2020, 1, 1.

Wu, Q.; Ran, F.; Dai, L.; Li, C.; Li, R.; Si, C. A functional lignin-based nanofiller for flame-retardant blend. *Int. J. Biol. Macromol.* 2021, 190, 390–395.

Howell, B.; Han, X. Effective Biobased Phosphorus Flame Retardants from Starch-Derived bis-2,5-(Hydroxymethyl)Furan. *Molecules* 2020, 25, 592.

Arastehnejad, N.; Sulaiman, M.R.; Gupta, R.K. Nitrogen-Based Ecofriendly Flame Retardants for Polyurethane Foams. In *Polyurethane Chemistry: Renewable Polyols and Isocyanates*; ACS Symposium Series; American Chemical Society: Washington, WA, USA, 2021; Volume 1380, pp. 167–185.

Rhoda Afriyie Mensah, Vigneshwaran Shanmugam, Sreenivasan Narayanan, Juliana Sally Renner, Karthik Babu, Rasoul Esmaeely Neisiany, Michael Försth, Gabriel Sas, Oisik Das, A review of sustainable and environment-friendly flame retardants used in plastics. *Polymer Testing*, Volume 108, 2022, 107511

Toan, M.; Park, J.-W.; Kim, H.-J.; Shin, S. Synthesis and characterization of a new phosphorus-containing furan-based epoxy curing agent as a flame retardant. *Fire Mater.* 2019, 43, 717–724.

Scurti, F., et al. Phosphorylated poly(vinyl alcohol) surface coatings as intumescent flame inhibitor for polymer matrix composites, *Progress in Organic Coatings*, Volume 177, 2023, 107457.

Liang, D. et al. Preparation of a novel lignin-based flame retardant for epoxy resin *Mater. Chem. Phys.*, 259 (2021), Article 124101

- W. Lu, W. et al. Intumescent flame retardant mechanism of lignosulfonate as a char forming agent in rigid polyurethane foam. *Polymers*, 2021, 13, p. 1585
- Liu, X. et al. Effects of carboxymethyl chitosan microencapsulated melamine polyphosphate on the flame retardancy and water resistance of thermoplastic polyurethane. *Polymer Degradation and Stability*. 2019, 160, pp. 168-176.
- Wang, M, et al. Bio-based flame retardants to polymers: A review. *Advanced Industrial and Engineering Polymer Research*. 2023, 6 (2), pp. 132-155
- Yang, Y. et al. Effect of bio-based phytate (PA-THAM) on the flame retardant and mechanical properties of polylactide (PLA). *Express Polym. Lett.* 2020, 14, pp. 705-716
- Qiu, S. et al. A green way to simultaneously enhance the mechanical, flame retardant and anti-ultraviolet aging properties of polylactide composites by the incorporation of tannic acid derivatives. *Polym. Degrad. Stabil.* 2022, 196, 109831
- Sui, Y. et al. Superior radical scavenging and catalytic carbonization capacities of bioderived assembly modified ammonium polyphosphate as a mono-component intumescent flame retardant for epoxy resin. *Eur. Polym. J.*, 2021 156, 110601
- H. Peng, D. Wang, S. Fu. Tannic acid-assisted green exfoliation and functionalization of MoS₂ nanosheets: significantly improve the mechanical and flame-retardant properties of polyacrylonitrile composite fibers. *Chem. Eng. J.* 2020, 384, 123288
- Ding, S. et al. Preparation and characterization of cyclodextrin microencapsulated ammonium polyphosphate and its application in flame retardant polypropylene. *J. Appl. Polym. Sci.*, 2020, 137, 49001
- Wang, L et al. Synergistic flame retardant effect of barium phytate and intumescent flame retardant for epoxy resin. *Polymers*. 2021, 13, p. 2900
- Wang, P.-J. et al. Facile fabrication of biobased PNC-containing nano-layered hybrid: preparation, growth mechanism and its efficient fire retardancy in epoxy. *Polym. Degrad. Stabil.* 2019, 159, pp. 153-162
- Xu, Y. et al. Experimental study on the synergistic flame retardant effect of bio-based magnesium phytate and rice husk ash on epoxy resins. *J. Therm. Anal. Calorim.*, 2021, 146, pp. 153-164
- Zhang, J. et al. Green synthesis of biomass phytic acid-functionalized UiO-66-NH₂ hierarchical hybrids toward fire safety of epoxy resin. *ACS Sustain. Chem. Eng.*, 2020, 8, pp. 994-1003
- Yang, Y. et al. Preparation of phytic acid-based green intumescent flame retardant and its application in PLA nonwovens. *Polym. Adv. Technol.*, 2021, 32, pp. 3039-3049
- Yang, W. et al. Nanoparticles of polydopamine for improving mechanical and flame-retardant properties of an epoxy resin. *Compos. B Eng.* 2020, 186, 107828
- Zhang, J. et al. Hierarchically tailored hybrids via interfacial-engineering of self-assembled UiO-66 and prussian blue analogue: novel strategy to impart epoxy high-efficient fire retardancy and smoke suppression. *Chem. Eng. J.* 2020, 400, 125942
- Schoch, R. et al. Langzeit- und Witterungsstabilität von halogenfreiem Flammschutz in Polymeren" (Long-term and weathering stability of halogenfree fire protection in polymers) Shaker Verlag. Düren, 2021. 220 p.
- Tan, Y. et al. Degradation of flame retardance: A comparison of ethylene-vinyl acetate and low-density polyethylene cables with two different metal hydroxides. *Journal of Applied Polymer Science*, 2021. 138 (14), p. 50149.

Porfyris, A.D. et al. Development of value-added polyethylene grades with extended service lifetime: Weathering resistant flame retarded materials for outdoor applications. *J. App. Polym. Sci.* 2021, 138, p. e50370, 50370

Li, Y. et al. The synergistic effect between bis(2,2,6,6-tetramethyl-4-piperidyl) sebacate and polysiloxane on the photo-aging resistance and flame retardancy of polypropylene. *Composites Part B.* 2022, 234, 10, 109666

New inventions in Civil Engineering

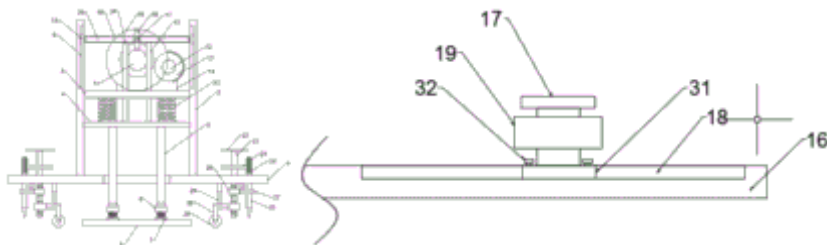
The field of civil engineering has always been at the forefront of innovation, and 2023 is no exception. As the world faces unprecedented challenges, including the need for sustainable infrastructure, civil engineers are being called upon to find new solutions to old problems. From smarter construction techniques to cutting-edge materials and innovative designs, the latest advances in civil engineering promise to transform the industry and help build a more resilient, efficient, and sustainable future. Cement is the most widely used material in construction, but also one of the biggest contributors to harmful carbon emissions, said to be responsible for around 7 percent of annual global emissions. One major problem is cracking in construction, usually caused by exposure to water and chemicals. Bath University researchers are looking to develop a self-healing concrete, using a mix containing bacteria within microcapsules. which will germinate when water enters a crack in the concrete, which exact limestone, plugging the crack before water and oxygen has a chance to corrode the steel reinforcement. The demand for efficient insulation material is becoming crucially important throughout the construction industry.

The heat through walls tends to cross directly through the building envelope, be it masonry, block, or stud frame, to the internal fascia such as drywall. This process is called "thermal bridging". Aerogel, the Nasa technology developed for cryogenic insulation, is considered one of the most effective thermal insulation materials, and US spin-off. The rmablok has adapted it using a proprietary aerogel in a fiberglass matrix. This can be used to insulate studs, which can considerably increase the overall wall R-value (an industry measure of thermal resistance) by more than 40 percent. Glazing integrated photovoltaic (BIPV) can help buildings generate their own electricity, by turning the whole building envelope into a solar panel. Polysolar is a company is to provide transparent photovoltaic glass as a structural building material, forming windows, façades, and roofs. The grazing material of Polysolar is efficient at producing energy even on north-facing, vertical walls. It is high performance at raised temperatures means it can be double-glazed or insulated directly. It includes the building constructed off-site using the same materials and designed to the same standards as conventional on-site construction. It also helps in limiting environmental disruption, delivering components as and when needed, and turning construction into a logistics exercise. It also offers strong sustainability benefits, from fewer vehicle movements to less waste. By using this method with up to 70 percent of a building produced as components, it allows a move towards "just in time" manufacturing and delivery. This method is currently popular in the United States and the UK, Chinese developer Broad Sustainable Building recently completed a 57-story skyscraper.

USA and China are leading patent owners in the field of Civil Engineering. The last patents in Civil Engineering are presented below. The invention CN 107704703B discloses a kind of construction methods of civil engineering BIM project amount model, first obtain or construct BIM initial model, all parametrization components in the initial model are created by layered modeling. Then according to project amount statistical requirements and demand, in BIM initial model all secondary structures and prefabricated preburied component carry out modeling inspection, and unmodeled secondary structure and prefabricated preburied component are modeled. Processing

finally is reduced according to preset rules execution to all superimposed structures, obtains civil engineering BIM project amount model. Using the embodiment of the present invention, by the standardization and normalization procedure that execute civil engineering BIM project amount model construction, support BIM designs a model to execute the output requirement of preset rules with BIM engineering model to meet, without carrying out two modelings to go out project amount, or avoid between design and calculation amount software repeatedly in association process caused by data degradation, improve the integrated degree and efficiency of construction overall process project amount statistics.

The invention CN 201810286034 discloses a disc-drive-based pavement tamping device for civil engineering construction, which comprises a supporting transverse plate, wherein a fixed rod frame is arranged on the supporting transverse plate, a pushing transverse plate with the side connected with the rod wall in a sliding manner and a fixed transverse plate fixedly connected with the rod wall are arranged on the inner side of the fixed rod frame, the upper end surface of the pushing transverse plate is connected with the lower end surface of the fixed transverse plate through a tamping spring, the upper end of an adjusting slide block is connected and fixed with a poking convex column, the lower end wall of the pushing transverse plate penetrates through the fixed transverse plate through a plurality of connecting pull rods to be connected and fixed with the upper end surface of the pushing transverse plate, the spiral directions of two ends of the lower side of an adjusting screw rod are opposite, two spiral connecting sleeves matched with the adjusting screw rod are arranged on the lower side of the adjusting screw rod, moving rollers are. The device makes things convenient for the road surface to tamp, and is easy and simple to handle, can change application of force intensity adaptation different road surfaces, stable in structure during the tamping, and convenient the removal, and the practicality is stronger.

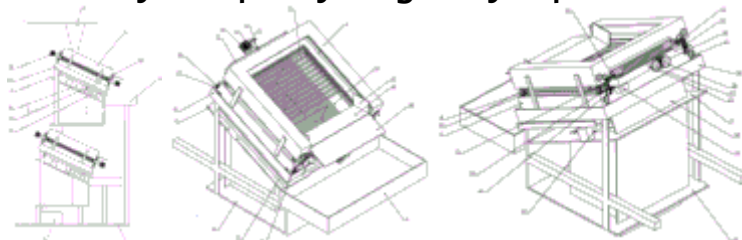


The utility model, according to CN 20152107440, provides a civil engineering building construction material smashes and mixes integrated device, includes the casing, be equipped with first pivot in the casing, first pivot is connected with the inverter motor who is located the casing top, be equipped with a plurality of support columns in the first pivot, the on -fixed end of support column is equipped with first recess, is equipped with the spring in the first recess, spring one end and first recess bottom fixed connection, the other end and rod for crushing fixed connection, rod for crushing is last evenly to be equipped with a plurality of crushing blades, the bottom of first pivot is equipped with the disturbance pole, and the disturbance pole is circular - arcly, and disturbance pole below is equipped with arresting barrier, and arresting barrier is circular - arcly, the arresting barrier below is equipped with mixing arrangement, mixing arrangement includes second pivot, motor and helical blade. The

beneficial effect of the utility model can come to change to smash radius, convenient to use as required, smash and the mixed phase combination, effectively practiced thrift the plenty of time for the construction progress.

The utility model, according to CN 20527015U, discloses a novel shale shaker for civil engineering, including base, left support plate, right branch fagging, roof, feeder hopper, connecting the sand table, the inner wall of left support plate and right branch fagging all is provided with a set of spring, and the spring is fixed with the screen cloth of a horizontal setting, is provided with on the screen cloth to extend to the outer body of rod of right branch fagging, follows vertical direction on the right branch fagging and is provided with the slot hole that matches with the body of rod, and the outer wall of right branch fagging is provided with the mounting panel, is provided with first motor on the mounting panel, is provided with the cam on the output shaft of first motor, cam and body of rod contact, the preceding both sides of base are provided with a front wheel respectively, and both sides are provided with a rear wheel respectively at the back, and the front wheel passes through first round hub connection, and the rear wheel passes through second wheel hub connection, is provided with the second motor in the base, is provided with first gear on the output shaft of second motor, the first round is epaxial be provided with with a gear engagement's second gear. The beneficial effects are that: work efficiency is high, remove laborsaving convenience.

The invention CN 201910546708 relates to a civil engineering sand screening device, which utilizes a cross-shaped structure consisting of transverse rods and a longitudinal rod to form a screen structure, enables the transverse rods and the longitudinal rods to be adjusted at equal intervals according to requirements through a transverse interval adjusting device and a longitudinal interval adjusting device, simultaneously utilizes the locking function of a hydraulic telescopic rod in a hydraulic cylinder and the self-locking function of threads to realize the position locking after adjustment, enables the transverse rods and the longitudinal rods in the screen structure to be stable and reliable in the screening process, can be suitable for fine sand or gravel with different particle sizes, avoids the replacement of a screen, simultaneously drives the transverse rods and the longitudinal rods which are mutually matched to be separated when screen holes are blocked or the screen needs to be cleaned by a power device, and then realizes the cleaning effect through adjusting the interval, the invention has simple operation and ingenious structure, the replacement of the screen is avoided, and meanwhile, the screen can be cleaned in time, so that the screening efficiency and quality are greatly improved.



Method for the construction of a hybrid foundation structure, according ES 2671930T3, providing an upper support layer (10) and a lower support layer (20) with different cross-sectional sizes from each other, and located vertically, wherein the layer upper support layer (10) and the lower support layer (20) are vertically installed on a ground, and comprising the upper support layer (10) formed on the ground in the

vertical direction; the lower support layer (20) extending downwardly from the upper support layer (10) to have a narrower width compared to the width of the upper support layer (10), and the upper support layer (10) upper support and the lower support layer (20) are formed by injection of solidified soil, which is a mixture of earth, sand and a soil solidifying agent, including the method: a drilling step to form a hole (1) of drilling on the ground to form the upper support layer (10) and the lower support layer (20); a basic formation step to inject the mixture of earth, sand and a soil solidifying agent into the drilling hole (1) to form the upper support layer (10) and the lower support layer (20), characterized in that earth and sand are a mixture of the silt produced in the drilling stage and aggregates, and the drilling stage and the basic formation stage consist of using a part of the silt produced in the drilling stage and injecting the mixture of remaining silt, aggregate and a soil solidifying agent.

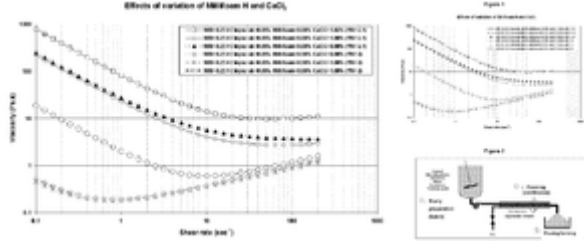
The invention US 972966557 B relates to a composition comprising, based on the dry weight of said composition, (A) 10 to 70% by weight of one or more hydraulic binder and (B) 20 to 85% by weight of one or more filler, wherein the composition contains 0.05 to 5% by weight, based on the amount of the hydraulic binder, of at least one terpenoid alcohol, wherein the terpenoid alcohol is not terpineol or borneol. Additionally disclosed is a hardened product made by the composition and the use of at least one terpenoid alcohol in a composition, comprising hydraulic binder and filler, to reduce the shrinkage of the wet composition during curing.

The invention KR 101724062 B, relates to a mortar composite to maintain and reinforce a concrete structure suppressing an in-depth fine crack of a damaged concrete structure, and a concrete structure maintaining and reinforcing method using the same. More specifically, when maintaining and reinforcing a damaged part of a deteriorated concrete structure; the present invention has excellent maintaining effect for an internal in-depth fine crack and improves a bonding strength and durability to maintain the effects of maintaining and reinforcing for a long time while at the same time stably completing maintaining and reinforcing construction for a short time; thereby having excellent economic feasibility, have excellent user convenience by being directly used in a site, and have excellent resistance to the damage and fusion of the concrete structure while at the same time having excellent effect of suppressing the growth and proliferation of microorganisms. As such, the present invention is capable of having excellent tolerance to an acidic action caused by the action of the microorganisms.

The invention KR 101614725 B, relates to a shrinkage-reducing type rapid hardening cement concrete composition with excellent durability and a road pavement maintenance construction method using the same. The present invention includes: 5-45 wt% of rapid hardening binder; 10-75 wt% of fine aggregate; 10-65 wt% of coarse aggregate; 0.01-25 wt% of reforming admixture; and 0.1-25 wt% of water. The rapid hardening binder includes: 10-60 wt% of normal granular Portland cement which has fineness of 4,000-8,500 cm^2/g ; 5-50 wt% of calcium sulfoaluminate; 1-40 wt% of calcium aluminate cement; 1-40 wt% of sericite; 1-40 wt% of blast furnace slag powder which has fineness of 4,500-8,500 cm^2/g ; 0.1-20 wt% of gypsum; 0.01-20 wt% of bauxite; 0.01-10 wt% of cyclohexylamine nitrite; 0.01-10 wt% of lithium carbonate; and 0.01-10 wt% of sodium carbonate. The shrinkage-reducing type rapid hardening cement concrete composition according to the present invention can improve the strength, durability, and especially waterproofing and soundproofing properties of concrete by

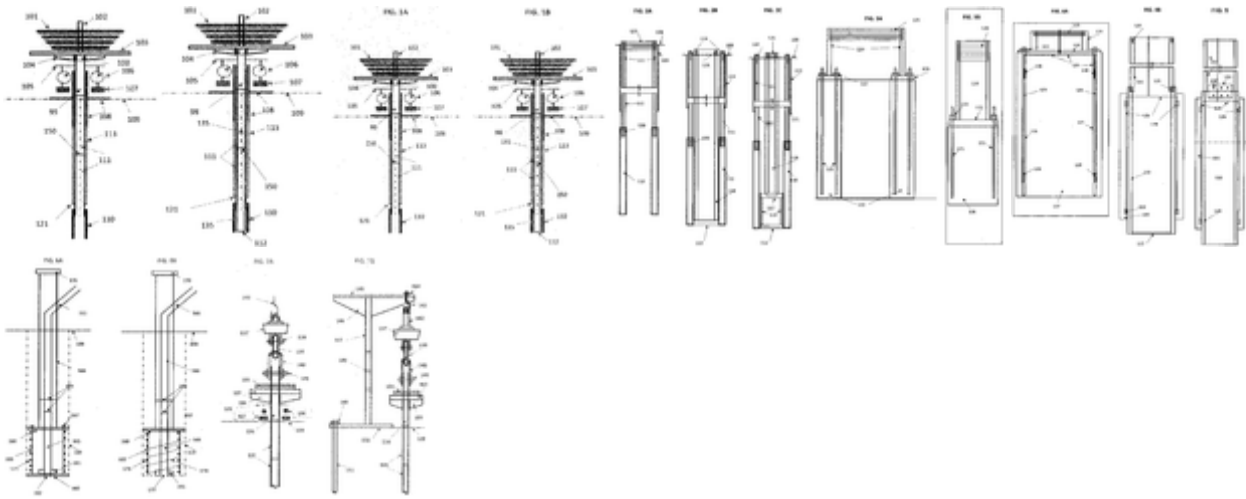
forming dense concrete by promoting the initial hydration and densification of the cement. The present invention can obtain an effect of preventing surface crack and expansion failure phenomenon by drying shrinkage by using an expanding agent and a shrinkage reducing agent.

A foamed concrete, according US 88001851 B, having a density from 100 to 800 kg/m³ including by mass relative to the total mass of the concrete: a cement; water; from 0.01 to 5% of a water-reducing agent, plasticizer or superplasticizer; from 0.45 to 5% of a foaming agent relative to the amount of water; from 0.01 to 5% of a water-soluble calcium salt; inorganic particles from 0.1 to 300 μm in size; the ratio of foaming agent to calcium salt being from 0.3 to 0.8; excluding foamed concretes including 10% or more by mass of slag.



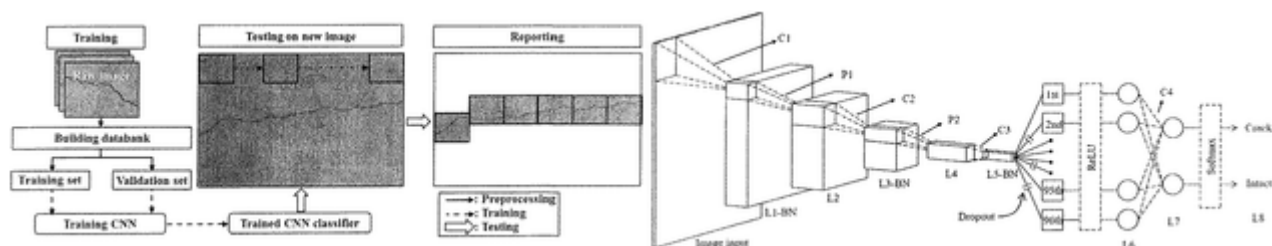
A method of manufacturing a building block, according ES 2808117 T3, comprising providing a granular material and a binder including steel slag; combining the granular material and the binder with water at a first water / slag ratio; compacting the combined granular material, binder and water at a compaction pressure of less than 20 MPa; reducing the amount of water in the combined granular material, binder and water to a second water / slag ratio that is less than the first water / slag ratio; hardening said combined granular material, binder and water having said second water / slag ratio with carbon dioxide.

Subsurface exploration by patent US 10823880 B1 using In-Situ tests such as SPT, CPT, CPTu, DMT, and PMT predicts inaccurately engineering properties of soils and intermediate geomaterials and thereby predicts incorrect load-settlement relationship of piles; variations or errors in engineering properties predicted by one empirical correlation to another correlation could be up to 50% or greater. For soft to very soft soils, engineering properties cannot be predicted as the SPT only provides information such as WOR and WOH. To overcome this problem, the invention of the application consists of performing subsurface exploration using load tests on short model piles with or without instrumentation at various depths of a soil deposit for determining accurately the above-mentioned properties. For very soft soils, a hung balance is used to hang drill rods and short model pile from a drill rig boom or from a platform with soil anchors to prevent its overturning, and then perform the load test.

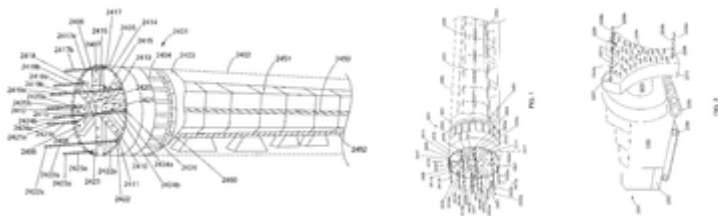


This invention CN 197510927 B relates to a set of elements or parts that make up an adjustable metal formwork system for concrete structures in civil engineering works that is intended to enable the formwork system to be assembled, joined and adjusted as efficiently as possible. Using the adjustable formwork system is intended to minimise the number of metal panels and accessories during execution of a project. It is also noteworthy that the shape, size and function of each element are especially designed to obtain a rigid structure, making it possible to construct the mould into which the concrete is poured while retaining its characteristics and to perform said functions more quickly, efficiently and safely.

Structure defect detection by US patent 11144814 B is performed using computer-implemented arrangements employing machine learning algorithms in the form of neural networks. In one arrangement, a convolutional neural network is trained using a database of images formed to optimize accuracy of the convolutional neural network to detect, for example, a crack in a concrete surface. A two-stage scanning process each performing a plurality of scans of a test image is incorporated in the foregoing arrangement of convolutional neural network, with the two-stages forming overlapping capture areas to reduce likelihood of a crack lying on a boundary of the individual scans going undetected. Also, region-based convolutional neural networks are trained to detect various types of defects.



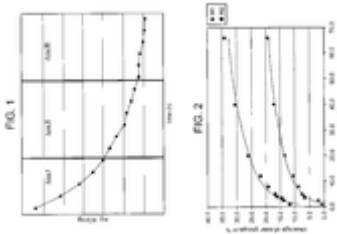
The patent US 10195687 B2 is provided high power laser and laser mechanical earth removing equipment, and operations using laser cutting tools having stand off distances. These equipment provide high power laser beams, greater than 1 kW to cut and volumetrically remove targeted materials and to remove laser affected material with gravity assistance, mechanical cutters, fluid jets, scrapers and wheels. There is also provided a method of using this equipment in mining, road resurfacing and other earth removing or working activities.



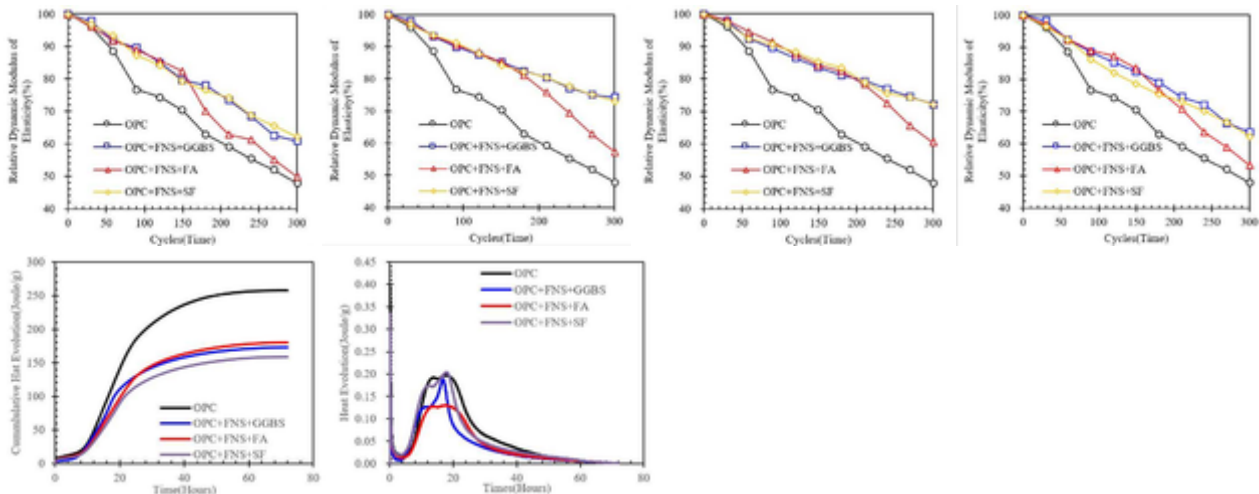
The invention CN 103136626 B relates to a kind of online management method of engineering project, the method is based on a remote interaction platform, pass budgets end computer installation, multiple contract enterprises end computer installation, multiple evaluation end computer installations, application end computer installation, multiple end computer installations of submitting to a higher level for approval or revision, multiple examination & verification end computer installations, data transmission and data between multiple examination & verification end computer installations and server-side computer system process, achieve online bidding and the assessment of bids of engineering project, the on-line evaluation contracting enterprise of engineering project, work out an engineering project schedule online, the online tracing of engineering project progress performance, engineering project progress abnormal response and process, the online engineering project quality that generates checks and accepts form, the online application of engineering project progress payment, material and labour cost analysis generates project estimates online.

The invention CN 107355509 B provides a kind of current vortex vibration absorber using lever principle, which includes cabinet (1), connecting screw hole (2), fixed copper sheet (3), permanent magnet (4), permanent magnet guide rail (5), support rod (6), mobile copper sheet (7), mass block (8), mass block guide rail (9), spring (10), connecting rod (11), hinged screw hole (12), driving bearing pin (13). When structure is vibrated, energy transfer is carried out by TMD damper first, reduces structural vibration. Then the movement for moving permanent magnet generation and mass block opposite direction by lever body frenulum by mass block, increases the speed of related movement of copper sheet and permanent magnet, carries out non-contact type energy dissipation by eddy current damper. The device utilizes lever principle, effectively increases the speed of related movement of copper sheet and permanent magnet, improves damper energy dissipation capacity. Simultaneously by adjusting balance pivot and torque arm length, adjustable TMD damper parameters, it is more extensive that device is applicable in frequency range.

Polymers for cement dispersing admixtures, according to patent US 6855752 B2, which show different performing properties in concrete are described. All polymers are based on a composition of reactants, namely a poly(acrylic acid), b) a polyalkyleneglycol-monoalkylether and, optionally c) a α -amino-polyalkylene-glycol- ω -alkylether and/or d) a primary or secondary amine. By keeping the composition of reactants constant and varying only the reaction time, polymers with different properties can easily be achieved. Such polymers are suitable for pre-cast, readymix or for increasing workability over time, just depending on reaction time. Polymers of the invention can be used as single polymer or in polymer blends. For this, the kinetics of the used polymer analogous condensation reaction was intensively studied. Additionally, the benefit of amines as reactant regarding stability and hydrolysis velocity of cleavable side groups was investigated.



The present invention relates to a three-component concrete composition using fine ferronickel slag powder and a concrete structure manufactured using the same. More particularly, the present invention relates to a technology for forming a concrete composition using a three-component binder to which fly ash (FA), blast furnace slag (GGBS) fine powder, fine ferronickel slag (FNS) powder which are industrial by-products other than cement as a binder for concrete and also for manufacturing a concrete structure using the same. According to the present invention, the three-component concrete composition using fine ferronickel slag powder can prevent infiltration of harmful chemicals or chlorides through pores since the pores between cements can be densely filled, thereby significantly extending the life of the concrete structure, extending the repair period, and significantly reducing costs and manpower due to repair. By recycling ferronickel slag, blast furnace slag fine powder, fly ash, etc., which are by-products generated in large quantities in industrial sites, it is possible to increase the recyclability of resources and reduce the amount of waste by-products, thereby improving eco-friendliness by preventing secondary environmental pollution due to waste.

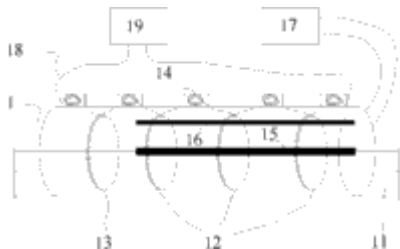


The invention US 103556225 B belongs to the field of civil engineering and relates to a complex squeezed pile forming construction method and a complex squeezed pile forming device. The complex squeezed pile forming construction method comprises the steps of utilizing a complex squeezing drill tool of the complex squeezed pile forming device to perform squeezing and hole forming, enabling an expansion body of the complex squeezing drill tool to expand and squeeze during upward spiral lifting, meanwhile starting a concrete pump to press and fill a pile material into a pile hole till the pile top elevation is reached, and obtaining the a complex squeezed pile. The complex squeezed pile forming device comprises the complex squeezing drill tool and a control system of the complex squeezing drill tool, wherein the complex squeezing drill tool comprises a drill rod, and multiple expansion bodies are arranged at a drill bit threaded

section of the drill rod. The complex squeezed pile forming construction method has the advantages of being high in bearing capacity, small in settling volume, good in quality, low in cost, low in energy consumption, high in work efficiency, environment-friendly and the like, and the complex squeezed pile forming device can perform construction operation under the complicated geological condition/

The invention CN 109095836 B provides a recycled powder concrete material for 3D printing construction. The invention further provides a preparation method of the recycled powder concrete material for 3D printing construction. The invention also provides a recycled powder concrete member for 3D printing construction and a preparation method and application thereof. The recycled powder concrete for 3D printing construction and the preparation method thereof provided by the invention combine the construction waste recycling recycled powder technology with the 3D printing construction technology; the safety, the applicability and the durability of the 3D printing recycled powder concrete material are further improved through optimization of the recycled powder concrete formula, and the self-cleaning function is achieved. The invention has higher environmental benefit and social benefit by considering the development of unmanned construction technology and resource regeneration technology in civil engineering in the future.

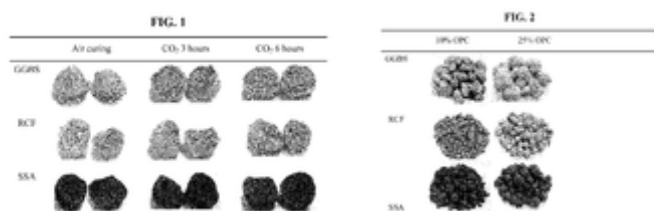
The invention CN 10209677 B disclose a method for monitoring the corrosion cracks of reinforced concrete based on distributed optical fiber sensing technique. The method comprises the following steps: periodically detecting the polarization current of a steel bar and a stainless steel segment embedded in a sensor by an electrochemical work station to determine the initial corrosion time of the steel bar; monitoring the optical fiber strain by the distributed optical fiber sensing technique in real time through using sensing optical fibers surrounding the steel bar and laid in the sensor to deduce the corrosion expansion or corrosion crack stage of the reinforced concrete; and determining the corrosion expansion or corrosion crack degree by a calibration curve. The invention also discloses a sensor for executing the above method. The sensor can be used for monitoring the total corrosion cracking process of reinforced concrete at any position without damaging the structure of the concrete by monitoring the polarization current and the sensing optical fiber strain of the corroded steel bar, and can determine the corrosion crack stage and the degree of the reinforced concrete. The sensor is used for monitoring and evaluating the durability of reinforced concrete structure in the field of civil engineering.



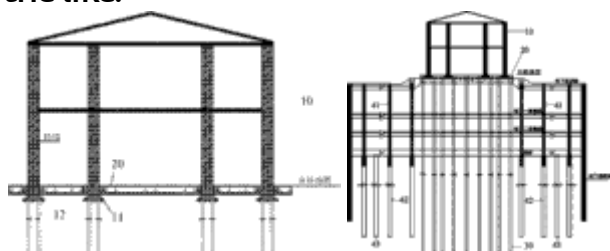
A kind of concrete material, comprise the following component of corresponding proportion: cement, fine aggregate, coarse aggregate, flyash, silicon ash, carbon nanotube, nano silicon, haydite, granular polystyrene, steel fiber, nano kaoline particle, ultra-fine natural zeolite powder, gypsum, polymer emulsion, dibastic alcohol compound, modified lignin mahogany sulfonate, sheet silicate minerals material,

polysiloxane, oxalic acid, benzene emulsion, crystalloid hydrous magnesium aluminium silicate mineral, water, mould agent by force, the naphthalene series high-efficiency water-reducing agent of baric, organic polymer class plasticity-retention agent, compound retarder and air entrapment agent. The invention still further relates to the preparation method of this concrete material. Concrete material of the present invention CN 104291749 B is than it existing concrete, and various performance improves all greatly. It is applied widely, has great engineering practical value and significant Technological Economy meaning.

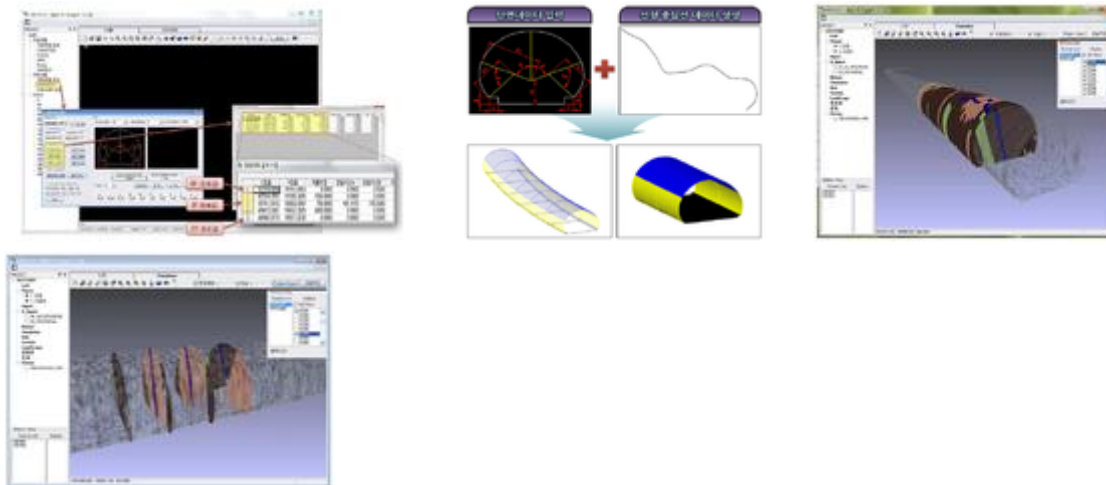
Synthetic aggregates by patent US 10207954 B2 are fabricated from greater than approximately 70 wt % waste starting materials. Starting materials may be selected from granulated ground blast furnace slag, waste concrete fines, or sewage sludge ash, and mixtures thereof. The starting materials are bound together by a hydraulic cementitious binder either added to the starting materials or formed in situ. The waste starting materials, binder, and water are formed into pellets and subjected to a hydraulic reaction and carbonation in an atmosphere of greater than approximately 50% carbon dioxide at temperatures less than approximately 100° C. The resulting synthetic aggregate has a crush strength after a period of hardening equal to or greater than approximately 0.5 MPa.



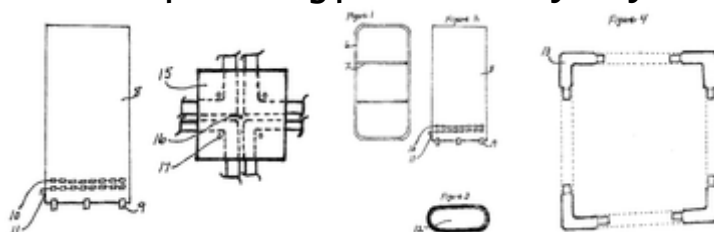
The invention CN 102127974 B provides a design and construction method of an additional cellar under an existing building, applied to the development and the application of an underground space under an existing building on a soft soil foundation. The method comprises the following steps of: (1) temporarily processing and reinforcing an existing building; (2) arranging an underpinning base carrier for wholly underpinning the foundation of the existing building; (3) designing and constructing an underpinning pile foundation under the existing building; (4) carrying out the engineering design and the construction of a foundation pit combined with the cellar structure; and (5) carrying out the structural design and the construction of a sequential part of the cellar structure to achieve the aim of adding a cellar under the building. The design and construction method provided by the invention can provide a complete and reliable design and construction technology for developing and utilizing the underground space under the existing building and can provide a new ideal for solving the problem of parking difficulty in a central metropolitan area, old towns, and the like.



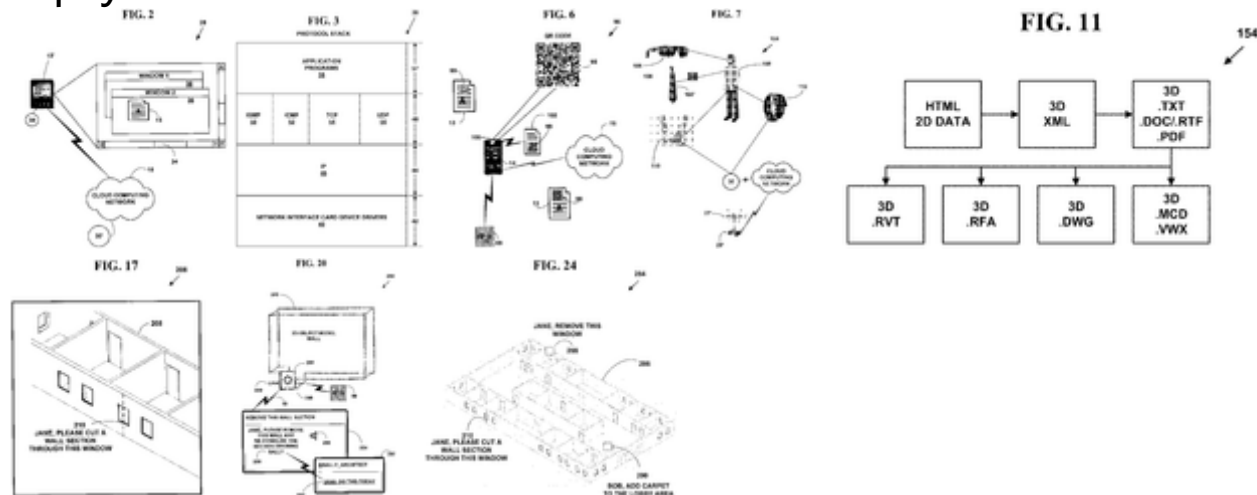
A tunnel BIM simulation system and method based on tunnel design data and excavation surface data is disclosed. The tunnel BIM simulation system by patent KP 101650480 B1 includes a two-dimensional centerline data generation unit, a three-dimensional centerline data generation unit, a tunnel cross-sectional configuration unit, a BIM model generation unit, and a data plane setting unit. The two-dimensional center linear data generator generates plane linear data and longitudinal linear data of the tunnel from the design data of the tunnel, and the three-dimensional center linear data generator generates three-dimensional central linear data of the tunnel from the plane linear data and the longitudinal linear data. The BIM model generator sets up a three-dimensional BIM model of the tunnel using the three-dimensional centerline data of the tunnel and the cross-sectional shape of each section of the tunnel from the design data of the tunnel cross section. And the paved surface data setting unit sets the paved surface data of the tunnel to the cross section on the corresponding three-dimensional BIM model of the tunnel.



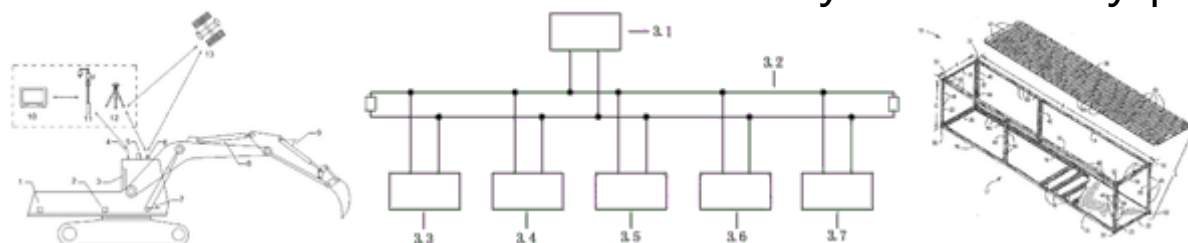
An innovative, low-density, highly-insulating modular panel for use in many applications and industries. The panel by patent US 9512670 B2 consists of a frame that may be preformed or bent and may be made of rigid or flexible material, and a panel covering comprising at least one pocket of thin, low-density shade fabric that has the capability of sufficiently stretching to surround the frame when the pocket is pulled onto it. The pocket may be then secured, along any previously open end where the frame was inserted, by various fastening devices. The panel covering pocket may have additional features added, as described herein. The panel is durable and cost-effective, and has good solar-control and insulating qualities. It is also a windbreak panel, a noise-reduction panel, an impact protection panel, a water-resistant panel, a fall protection panel, and a pollution-control panel. Two or more panels can be joined to create a structure-protecting panel assembly or system.



A method and system for native object collaboration, revision and analytics for Building Information Models (BIM) and other design platforms. The method and system by patent US 10949805 B2 provide X-dimensional (XD) models for building information modeling (BIM) with collaboration and analytics. The method and system allows real-time and static collaboration on native and new composite XD (e.g., 3D, or lower or higher dimensional) object models from within existing 3D modeling BIM programs (e.g., AUTODESK REVIT, AUTOCAD, VECTORWORKS etc.). Collaboration analytics are collected and displayed.



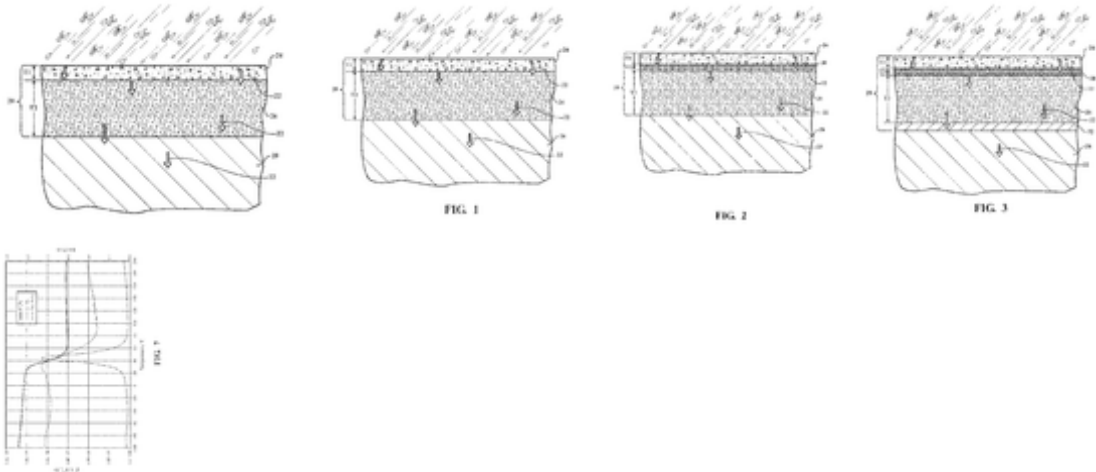
An autonomous 3D excavation construction robot by patent CN 201810829038 A utilizes machine vision, a satellite positioning and automatic control device, a 3D digital model and the like to realize automatic and intelligent 3D excavation construction operation, and in a specified unstructured area, a satellite positioning system is utilized to measure pose information, a machine vision system is utilized to sense and recognize operation environment information, and an autonomous decision is made to excavate a driving route, driving speed, a bucket operation pose and the like of the robot. The satellite positioning system senses the position and the posture of the excavating robot in real time by adopting a satellite positioning receiver set; the machine vision system adopts a fixed baseline camera to sense and excavate the surrounding environment of the robot and AR augmented reality capacity; the automatic control system is composed of an onboard upper control computer and a lower controller based on a CAN bus, wherein the lower controller comprises an engine controller, a running controller, a bucket operation controller, a fault diagnosis controller and the like. The autonomous 3D excavation construction robot can also be manually driven or remotely operated.



A kind of prefabricated beam column attachment means provided by the invention CN 105625570 B and preparation method thereof, are related to technical field of civil engineering, including the pre-buried steel member of prefabricated beam-column connection, styletable and the pre-buried steel member of beam-ends the

prefabricated beam-column connection includes the first reinforcing bar connector and the second reinforcing bar connector, the first reinforcing bar connector and the second reinforcing bar connector agrees with across and integrated cast molding, the pre-buried steel member of styletable is connected with the end face of the first reinforcing bar connector, and the pre-buried steel member of beam-ends is connected with the end face of the second reinforcing bar connector. Said apparatus causes job site only lifting splicing process need to be used can be linked together in beam-ends and styletable, substantially increases construction speed, easy for construction; it is swift to operate, shorten the duration, be advantageous to environmental protection and noise control; it is readily transported, pacifies and tear open, and can be largely produced with the short time.

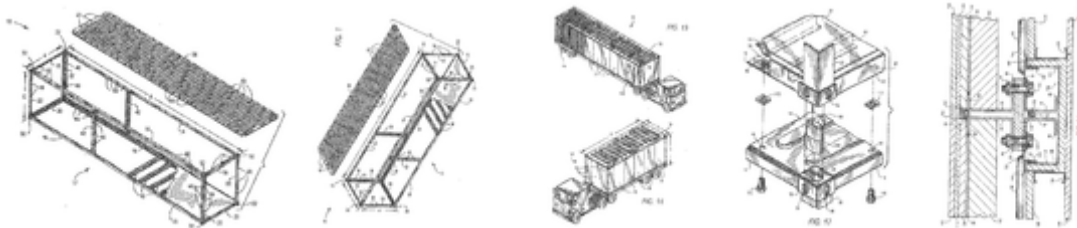
A composite pavement structure comprises a wearing course layer and a base course layer disposed below the wearing course layer. The wearing course layer comprises aggregate, e.g. glass and rock, and an elastomeric composition. The elastomeric composition comprises the reaction product of an isocyanate component and an isocyanate-reactive component. The isocyanate component comprises a polymeric isocyanate, and optionally, an isocyanate-prepolymer. The isocyanate-reactive component comprises a hydrophobic polyol and a chain extender having at least two hydroxyl groups and a molecular weight of from about 62 to about 220. The chain extender is present in the isocyanate-reactive component in an amount of from about 1 to about 20 parts by weight based on 100 parts by weight of the isocyanate-reactive component. The base course layer comprises aggregate which is the same or different than the aggregate of the wearing course layer. Methods of forming the composite pavement structure are also disclosed - see US 9850625 B2.



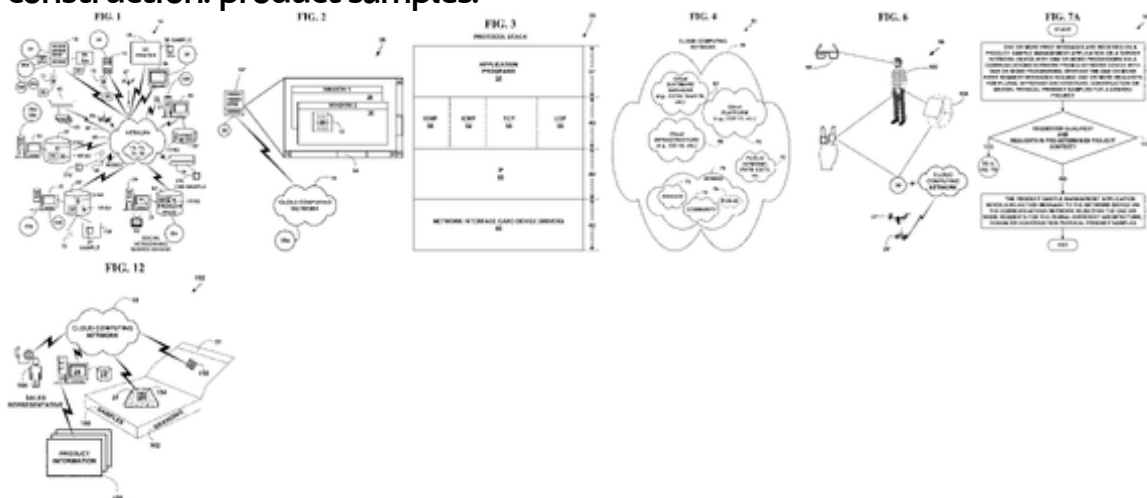
The invention CN 11572229 B discloses a preparation method of high-strength coral concrete. Weighing the following raw materials in parts by weight: 25-63 parts of cementing materials, wherein the cementing materials comprise 20-45 parts of cement, 5-18 parts of mineral admixture, 45-58 parts of coral aggregate, 10-16 parts of mixing water and a water reducing agent with the weight being 2-5% of the total weight of the cementing materials. Placing the coral aggregate, seawater, a water reducing agent and 55-85% of cementing materials into a stirrer, stirring for 10-15 minutes, and adding the rest cementing materials into the stirrer in several times before initial setting to complete stirring, thus obtaining the high-strength coral aggregate concrete. The coral concrete has high mechanical performance index, high compactness, good impermeability and durability, is used for various concrete engineering in ocean island

reef and coast construction, meets the requirements of civil engineering on greening and economy, and is beneficial to military defense facility construction and further development and utilization of ocean resources.

Construction systems for erecting budding structures comprise a plurality of prefabricated interconnectable modular budding units, each unit comprising framing members and a plurality of nodes, each node situated for selective interconnection with other units, the nodes and the exterior dimensions of the frame conforming to ISO shipping standards such that each unit is transportable using the ISO intermodal transportation system, and such that when the units are interconnected, a building structure is formed. The modular units are assembled at a remote location, and are there constructed to a semi-finished state, following which the semi-finished modular units are transported from the remote location to the job site, where they are secured to form the structure being erected, and the semi-finished modular units are thereafter constructed to a finished state. See US 20160160515A1.



A patented method and system for automatically ordering and fulfilling architecture (US 11475176 B2), design or construction product sample requests. Product sample request codes are added to 3D modeling programs, product pages, digital copies of standards books, product catalogs or product sheets. The product sample codes are used with artificial intelligence (AI) methods to automatically order and fulfill requests for architecture, design or construction product samples. The requested architecture, design or construction product samples are collected and shipped in a shipping container that includes graphical and other information that visually and consistently indicates the shipping container includes requested architecture, design or construction product samples. The shipping containers for the requested architecture, design or construction product samples may also include product branding for the manufactures or product suppliers of the requested architecture, design or construction. product samples.



Chinese inventions on the field of nonisocyanate polyurethane

In 2022, the total number of patents filed in China was 4.21 million, of which 3.28 million were held by inventors from mainland China. Although it files more patents, China has struggled to convert its research and development spending into valuable and successful innovations. Chinese inventors filed more than 3 million patents last year, the first country in the world to reach that milestone, as the second-largest economy strives to transform into an innovation-driven super power. While innovation is the primary driving force for technology development, patents are often considered one of the key indicators of innovative activities. High-value patents related to strategic emerging industries totaled 952,000 in 2022, up 18.7 per cent year on year, accounting for 71.9 per cent of the total. A total of 355,000 enterprises in China hold invention patents, up 21.8 per cent from 2021. Among them, hi-tech enterprises and “little giants” – smaller businesses with special products and know-how in their sector – owned 1.512 million valid invention patents, accounting for 65.1 per cent of the total.

The first inventions on the field of nonisocyanate polyurethane (NIPU) was created in USSR and first industrial productions was establishing later in USA by Nanotech Technology Inc. (director R&D – EAS academician Oleg Figovsky) based on more his 15 US patents. (see: A. Leykin, Novel inventions of academician Oleg Figovsky, 8 pages, IRI, Haifa, 2020). For last 10 years creating of new patents in this fields have passaged Chinese inventors – see below the part of them.

The invention CN107857879A discloses a preparation method of diphenolic acid based nonisocyanate polyurethane. The method includes: adopting diphenolic acid as the raw material to synthesize diphenolic acid isopropyl alcohol ester diglycidyl ether, then carrying out reaction with carbon dioxide to obtain diphenolic acid based bicyclic carbonate, and finally carrying out reaction with polyamine to obtain the diphenolic acid based nonisocyanate polyurethane. The invention provides the novel diphenolic acid based nonisocyanate polyurethane and the preparation method thereof, enriches the variety of nonisocyanate polyurethane, and further gives application of the product in preparation of coatings.

The invention CN108659689A discloses sorbitol-based nonisocyanate polyurethane coating and a preparation method thereof. The preparation method includes: adding sorbitol-based epoxy resin into a high-pressure reactor, adding catalysts, feeding carbon dioxide to keep pressure intensity in a range of 1.0-4.0MPa, performing reaction at a reaction temperature of 60-150 DEG C for 4-30h to obtain sorbitol-based cyclic carbonate solution; well stirring sorbitol-based cyclic carbonate, a diamine curing agent or a polyamine curing agent, a solvent and an antifoaming agent under room-temperature conditions to form the sorbitol-based nonisocyanate polyurethane coating, and performing spray coating and baking-curing to form a film. The prepared sorbitol-based cyclic carbonate is yellow transparent liquid, nontoxic and great in biodegradability. The prepared nonisocyanate polyurethane coating is high in hardness and excellent in impact resistance and chemical resistance and is expected to be excellent-performance environment-friendly coating for substituting traditional polyurethane.

The invention CN103951960A provides modified polypropylene carbonate comprising the following components: 1-15wt% of nonisocyanate polyurethane and 85-99wt% of polypropylene carbonate, wherein nonisocyanate polyurethane has a structure as shown in the formula I. Nonisocyanate polyurethane provided by the invention contains a great number of hydroxyl radicals and urethane bonds and is used as a proton donor, and polypropylene carbonate contains carbonyl and is used as a proton receptor, so that a relatively strong intermolecular hydrogen bonding effect is taken between molecules of nonisocyanate polyurethane and polypropylene carbonate, the compatibility of nonisocyanate polyurethane and polypropylene carbonate is improved, the relatively high tensile strength and young modulus of modified polypropylene carbonate are kept, and meanwhile, the elongation at break of modified polypropylene carbonate is increased. An experimental result shows that the elongation at break of modified polypropylene carbonate is 11.16-36.81%.

The invention CN104231191A relates to a preparation method of waterborne non-isocyanate polyurethane modified polyester and provides a preparation method of the waterborne non-isocyanate polyurethane modified polyester. The preparation method comprises the following steps: (1) preparation of unsaturated prepolymer containing a urethane bond; (2) preparation of polyester containing an unsaturated double bond; (3) graft polymerization of the prepared polyester containing the unsaturated double bond, and the prepolymer; and (4) dispersion of a graft polymer. The invention also provides an application of the prepared waterborne non-isocyanate polyurethane modified polyester in vehicle coatings.

The invention CN103232428A discloses a preparation method of terpenyl cyclocarbonate and non-isocyanate polyurethane thereof, which comprises the following steps: synthesizing terpenyl cyclocarbonate from terpenyl maleic anhydride ethylene oxide ester epoxy resin and CO₂ under the composite catalytic action of quaternary ammonium salt/ortho-glycol, and further reacting with a diamino compound to prepare the non-isocyanate polyurethane. According to the invention, the yield of the prepared terpenyl cyclocarbonate is high, the epoxy group conversion rate is 99.7%, and the cyclocarbonate selectivity is 94.0%. The polyurethane material prepared by the method is free of virulent isocyanates, and has the advantages of biodegradability, excellent environmental compatibility and the like; and the preparation technique is safe and environment-friendly.

The invention CN105176349A discloses a water-borne woodenware coating with a formaldehyde decomposing function. The water-borne woodenware coating comprises components in parts by weight as follows: 40-48 parts of nonisocyanate polyurethane, 0-28 parts of pigment filler, 0-0.2 parts of a defoaming agent, 0-0.4 parts of a wetting agent, 0-0.4 parts of a leveling agent, 0-4 parts of an adhesion promoter, 0-5 parts of a water-borne hand feeling agent, 1-5 parts of a film coalescing aid, 1-3 parts of a dispersing agent, 1-6 parts of a pH regulator, 0-2 parts of a thickening agent, 8-12 parts of an air catalyst, 0-0.3 parts of a sterilizing agent and 7-15 parts of deionized water. The water-borne woodenware coating is prepared from nonisocyanate polyurethane as a raw material, contains no formaldehyde, has the function of decomposing formaldehyde released from other materials indoors and reduces the environment pressure.

The invention CN101260232A relates to hybrid non-isocyanate polyurethane which is prepared through adopting the following method:

epoxidized soybean oil and weak base catalyst are added in a reaction kettle, and then carbon dioxide gas is pumped in; at the action of reaction temperature, reaction pressure and stirring, reaction is started, and cyclic carbonate is generated after the reaction; the cyclic carbonate is mixed with epoxy resin and organic base catalyst is added; then, the mixture is mixed with primary amine compound so as to be formed into sheets; finally, sulfuration is carried out under the condition of sulfuration with the product placed for 7 to 9 days at room temperature. The hybrid non-isocyanate polyurethane has the advantages that: the hybrid non-isocyanate polyurethane is synthesized through the mixing and the reaction of natural regenerable vegetable resource and epoxy resin, thereby reducing the dependence on petrochemical resource, making full use of the regenerable vegetable resource and carbon resource and reducing environmental pollution.

This invention CN100593547C relates to a method for producing non-isocyanate polyurethane using renewable natural resources, comprising: add epoxy soybean oil and catalyst into the reactor, wherein the amount of catalyst added is 3-5mol% of epoxy soybean oil, and then aerate in carbon dioxide gas, with reaction temperature 100-140Deg C, and reaction pressure 6-14 atmospheric pressure, start the reaction with magnetic stirring . for 25-40h. The produced cyclic carbonates are mixed with amine at 70-80Deg C, perform flaking at 100-110Deg C for 7-8h, perform sulfidization at 90-110Deg C for 24-72h, and are placed at room temperature for 7-9d. This invention synthesizes non-isocyanate polyurethane by replacing petrochemical products with epoxy soybean oil and CO₂ via two-step reactions, forming a green, clean, high efficient and simple line for producing non-isocyanate polyurethane.

The invention CN111410755A relates to the field of carbon dioxide conversion and utilization and the field of self-repairing materials, in particular to repeatedly shaping self-repairing hydrogel and a preparation method. The hydrogel is polyacrylic acid/non-isocyanate polyurethane hydrogel. The non-isocyanate polyurethane is prepared by taking polyethylene glycol diglycidyl ether or polypropylene glycol diglycidyl ether as a raw material and preparing five-membered cyclic carbonate from the raw material and carbon dioxide under the action of a catalyst. The preparation method comprises the following steps: reacting five-membered cyclic carbonate with binary primary amine to obtain non-isocyanate polyurethane, dispersing the non-isocyanate polyurethane in a solvent, adding glycidyl methacrylate to react to prepare the non-isocyanate polyurethane with different double bond contents, and polymerizing an acrylic monomer and the non-isocyanate polyurethane in an oxidation-reduction system to prepare the hydrogel. The non-isocyanate polyurethane taking carbon dioxide as a raw material is introduced into the polyacrylic acid hydrogel, so that the hydrogel is endowed with good self-repairing capability while the mechanical property of the hydrogel is improved, and the hydrogel shows excellent performance of repeated shaping.

The invention CN109796485A discloses an organosilicon-modified bifunctional urethane acrylate monomer and a preparation method and application thereof. The monomer has a large organosilicon hydrophobic chain segment, the flexibility, the smoothness, the hydrophobicity and the fingerprint resistance and the drying speed of a paint film can be improved, internal stress generated during cross-linking and solidification of the paint film is reduced, and therefore, the flexibility and adhesion of

the paint film are improved. The nonisocyanate polyurethane structure and amido bonds contained in the monomer can improve the flexibility, the wear resistance and the handfeeling fullness of the paint film can be improved. The monomer contains two polymerizable acrylic ester structures, therefore, the monomer can be used for polyurethane-acrylic acid emulsion polymerization, modification of acrylic resin for stoving varnish and UV light curing, the cross-linking density of the resin can be improved, and the hardness and the salt fog resistance of the paint film can be improved. The synthesis method is simple, the reaction conditions are mild, neither organic solvents nor toxic and high-corrosion substances are adopted, and the organosilicon-modified bifunctional urethane acrylate monomer is safer and more environmentally friendly.

The invention CN107746458A discloses room temperature curing cyclocarbonate prepolymers and a preparation method and an application thereof. According to the preparation method, two-membered cyclocarbonate is synthesized with epoxy resin and a catalyst as raw materials in a CO₂ atmosphere, furthermore, cyclocarbonate prepolymers with different molecular weight are synthesized from the two-membered cyclocarbonate and diamine, and then a high-performance non-isocyanate polyurethane coating layer is synthesized from the cyclocarbonate prepolymers and a polyethyleneimine curing agent at room temperature. The prepared cyclocarbonate prepolymers are yellow transparent liquids, are nontoxic and have relatively good biodegradability. The prepared non-isocyanate polyurethane coating layer has high hardness and excellent impact resistance and chemical resistance, and is expected to become a green environmentally friendly excellent-performance coating instead of traditional polyurethane.

The invention CN109762008A discloses an organosilicon modified single functionality urethane acrylate monomer and a preparation method and application thereof. The organosilicon modified single functionality urethane acrylate monomer has two large organosilicon hydrophobic chain segments, flexibility, smoothness, water resistance and cold and hot resistance of a paint film can be improved, meanwhile internal stress generated during cross-linking curing of the paint film can be lowered, thus the flexibility of the paint film is improved, and adhesive force of the paint film is increased; the double organosilicon hydrophobic chain segments can increase the drying speed of the paint film; the organosilicon modified single functionality urethane acrylate monomer contains a nonisocyanate polyurethane structure and amido bonds, the flexibility, abrasion resistance and hand feeling fullness of the paint film can be improved; the organosilicon modified single functionality urethane acrylate monomer contains a polymerizable acrylate structure and can serve as a functional monomer to be applied to polyurethane-acrylic acid composite emulsion polymerization, modification of acrylic resin for stoving varnish and UV light curing; and a synthesizing method is simple and mild in reaction condition, organic solvents and poisonous and highly-corrosive substances are not used, and thus the more environmentally friendly and safer effects are achieved.

The invention EP2889359A1 (authors from Taiwan) disclosure provides a fire-resistant composite material comprising at least one inorganic component and at least one nonisocyanate polyurethane having a formula of: (Drawings (espacenet.com)) wherein R and R' are each independently chosen from hydrocarbylene groups and

hydrocarbylene groups having at least one heteroatom chosen from oxygen, nitrogen, and sulfur; and $n=1-30$. Also provided are processes for preparing the disclosed fire-resistant composite material.

Chinese inventions in the field of NIPU consist about 15% all such inventions, but that are not pioneer ones, especially for foam application (see: O.L. Figovsky, O.I. Bol'shakov. Nonisocyanate polyurethanes: green solutions, 12 pages, IRI, Haifa, 2023)

Review of patents on re-protection

The invention R0137404 (A2) relates to a composite material with increased fire resistance intended for the protection of various materials, industrial and civil constructions by impregnation, coating or film-coating and to a process for preparing the same. The claimed composite material consists of the following components expressed in percentage by weight: 20.2...78% magnetized water, 0.2...6.7% lignin, 0.1...4.2% dextrin, 0.2...5% cellulose, 0.6...12% calcium carbonate, 3...16% potassium silicate, 1.4...28% sodium silicate, 8.5... 19.2% clinoptiloid, 3.8...12.5% perlite, 20.6...40.5% magnesium chloride and 0.5...2.1% carboxymethyl cellulose. The claimed process consists in making an aqueous suspension with a density between 1.43...1.47 g/cm³, a drain time, through a cup with a diameter of 4 mm, of at least 12... 14 sec and a pH between 11...12, which contains 4...6 parts by weight of sodium silicate associated with 1...1.5 parts by weight of ground talcum, dispersed in 4...6 parts by weight of water, with an addition consisting of siccativated linseed oil, boiled and saponified with sodium hydroxide, in a weight ratio of 10...15 : 6...20, followed by homogenisation of the mixture at a temperature between 10... 78°C, for 3...43 minutes, at a pressure between 0.3...2.2 bar.

A novel reaction system by patent US2023174799 (A1) can be used for intumescent coating. Intumescent coatings are used in particular for the protection of metallic building components, such as girders in building construction. In the event of a fire, such coatings undergo reactive foaming that results in the formation on the metal girder of a fireproof insulating layer having low thermal conductivity and, through the insulation that this creates, retards any early, thermal-induced failure of the building component. Resin systems having improved low-temperature flexibility can be used to ensure good metal adhesion and impact resistance even at low temperatures, while avoiding the polymer components that are otherwise customary in resin systems.

An innovative reactive resin system by US patent US2023120483 (A1) can be used for intumescent coating. Intumescent coatings are used in particular for fire protection of metallic components, such as girders in structural engineering. In a fire scenario, these coatings are reactively foamed and so form a fire-resistant insulating layer with low thermal conductivity around the metal girder, with the resultant insulation retarding premature failure of this component. The resin systems are prepared by an innovative process where the monomer fraction is polymerized only up to a maximum degree of 70%. The glass transition temperature of this polymeric component of the resultant composition is particularly low.

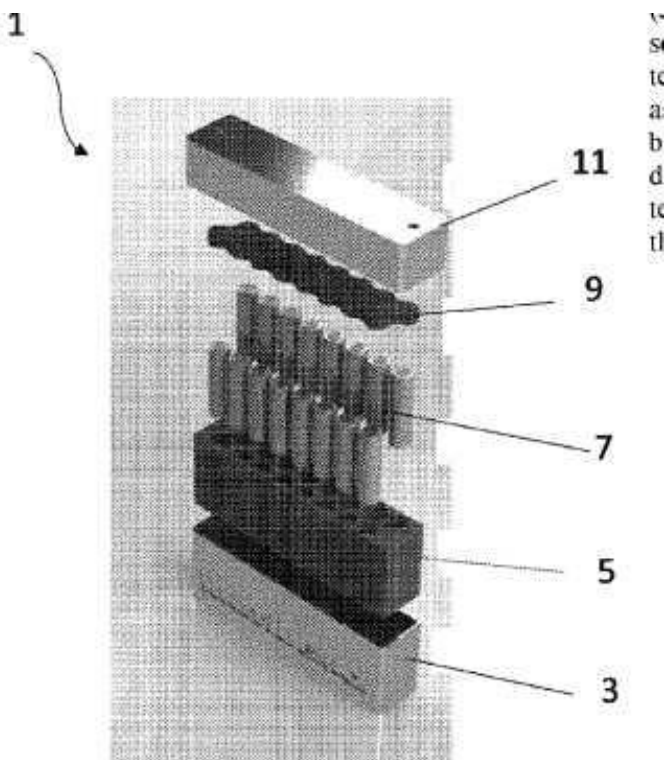
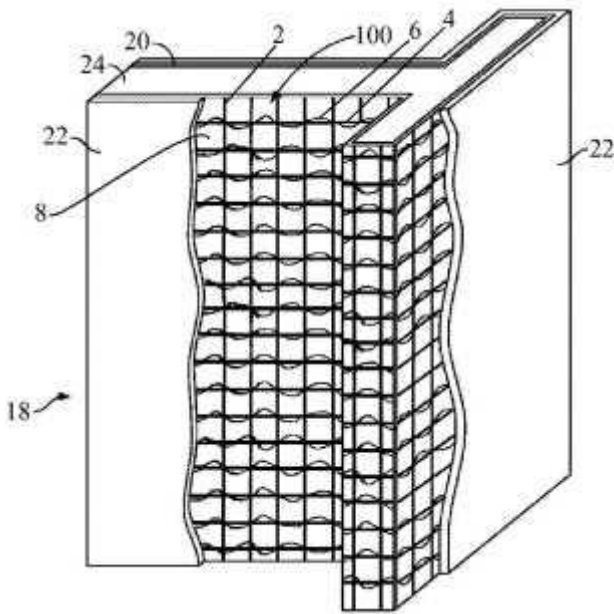
A chemical fiber paper tube with high flame retardance according to patent CN218909449 (U) relates to the field of chemical fibers and comprises a paper tube body, the paper tube body is composed of a paper tube inner core body, inner bobbin paper, an asbestos connecting layer, outer bobbin paper and a fire-resistant paper layer, the inner bobbin paper is fixedly mounted on the outer end face of the paper tube inner core body, and the asbestos connecting layer is fixedly mounted on the outer end face of the asbestos connecting layer. The inner bobbin paper and the outer bobbin paper are fixedly connected through the asbestos connecting layer. Firstly, primary heat

insulation and flame retardance are carried out on the outer layer of the paper bobbin through the distributed round asbestos strips and the fire-resistant paper layer covering the surface of the paper bobbin; meanwhile, the polypropylene waterproof coating coated on the surface of the fire-resistant paper layer can effectively prevent water and prevent water vapor from permeating and damaging the paper tube, the flame retardant is distributed in the outer end area of the inner bobbin paper in the inner layer area, and the asbestos connecting layer is used for sealing and isolating, so that double-layer protection is formed by primary flame retardance of the outer layer, and the service life of the inner bobbin paper is prolonged. The flame retardant property of the paper tube is greatly improved.

A composition by patent AU2021357566 (A1) for an intumescent coating comprising: (A) a binder system, comprising (a1) an alkoxy-functional organic polymer, which contains an alkoxy-functional silane group; and (a2) a styrene-acrylate copolymer, and (B) an intumescent composition, as well as its use as a coating, in particular a fire-protection coating is described.

The invention CN115851010 (A) provides an inorganic coating as well as a preparation method and application thereof. The inorganic coating is prepared from the following raw materials in parts by weight: 50 to 90 parts of alkali metal silicate, 100 to 180 parts of inorganic oxide nano sol, 80 to 150 parts of emulsion, 150 to 250 parts of aerogel water-based slurry and 3 to 5 parts of short fiber. The inorganic coating prepared by the invention has two functions of heat preservation, heat insulation and fire prevention, and has the advantages of better bonding strength, lower heat conductivity coefficient, environmental protection and energy conservation.

A fire protection coating and a fire barrier coated article by patent US2022412078 (A1) are provided that comprise an inorganic binder and at least one inorganic filler, wherein the inorganic binder is selected from potassium silicate, sodium silicate, or a combination thereof, and wherein the at least one inorganic filler is selected from kaolin clay, talc, mica, mullite, phlogopite, muscovite, montmorillonite, smectite, bentonite, illite, chlorite, sepiolite, attapulgite, halloysite, vermiculite, laponite, rectorite, perlite, and combinations thereof. The fire barrier article comprises flame resistant substrate layer having a first major surface and a second major surface, and a fire protection coating disposed on the first major surface of the flame resistant substrate layer.



[Fig. 6]

A fire protection and insulation composition by patent WO2022255943 (A2) comprising: sodium and/or lithium silicate, and additional or other filler or binder material, wherein the composition, when applied to a said battery cell, acts as a thermally conductive coating at normal working temperatures of the battery cell, and wherein the sodium and/or lithium silicate undergoes hydrothermal crystallization into amorphous silica when exposed to higher temperatures such that the coating acts as a thermally insulative barrier for the battery cell, see the fig. 6 below.

The utility model discloses by patent CN247117998U1 a sealed and coated anti-corrosion and fireproof composite coating structure which is arranged on the surface of a building engineering structure base body. The anti-corrosion and fireproof composite coating structure is sequentially provided with an MS sealant coating, a

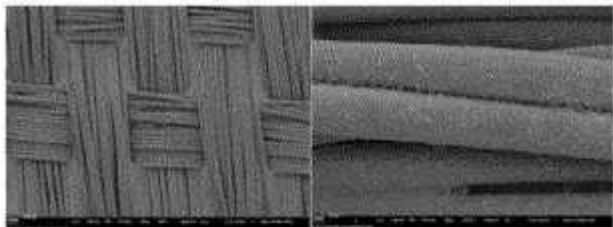
flexible finish paint coating, a flexible epoxy paint coating, a fireproof paint coating and a finish paint coating from inside to outside. According to the utility model, the technical problem of matched application of the fireproof paint coating and the MS sealant coating is solved, reliable application of the fireproof paint coating and the MS sealant coating as a composite structure in protection technologies of engineering fire prevention, corrosion prevention, sealing and the like is facilitated, and respective excellent performances of the fireproof paint coating and the MS sealant coating are fully exerted; shock resistance and fire resistance tests show that the composite coating is good in bonding performance and excellent in fire resistance, and the whole composite coating system can be used for surface sealing, corrosion prevention and fire prevention protection of various structures by means of the structural reliability and wide applicability of the composite coating system.

The invention CN115449266 (A) provides a building wall coating with thermal insulation and fireproof characteristics and a production method thereof, and relates to the field of building coatings. The building wall coating with the thermal insulation and fireproof characteristics is prepared from the following substances in parts by mass: 10-30 parts of an emulsion substrate, 0.01-0.05 part of an ultraviolet light absorber, 3-6 parts of cellulose, 1-2 parts of a carbon source, 60-80 parts of a premix, 0-0.5 part of an emulsion paint additive, 0-0.3 part of a film-forming agent, 0-0.2 part of a wetting agent, 0-0.05 part of a thixotropic agent, 0-0.4 part of a thickening agent, 0-0.3 part of a dispersing agent and 0-2 parts of a defoaming agent. The coating is prepared from the following components in parts by weight: 0-20 parts of titanium dioxide, 0-0.02 part of propylene glycol, 0-0.03 part of superfine silicon powder, 0-0.3 part of a modifier, 0-250 parts of calcium carbonate powder, 0-0.6 part of glycerol, 0-0.3 part of a penetrating agent, 0-0.005 part of tributyl phosphate, 0-4 parts of silica sol, 0-0.2 part of a plasticizer, 0-60 parts of wollastonite powder and a certain amount of water. Heat is stored through a phase change energy storage material in the patent 2009100126263, and a composite heat storage flame-retardant coating is adopted on the premise of low carbon and environmental protection and based on foaming flame retardance.

The invention IE20200284 (A1) provides an intumescent water-based coating whose composition comprises defined percentages by weight of water, melamine, monopentaerythritol, ammonium polyphosphate, 5 acrylic copolymer, propylene glycol, antifoam, biocide, water soluble polycarboxylate, titanium dioxide, chlorinated paraffin, coalescent additive, and styrene acrylic copolymer.

The invention CN115368808 (A) discloses a water-based inorganic nano intumescent fireproof coating for a steel structure and a preparation method of the water-based inorganic nano intumescent fireproof coating for the steel structure, and the water-based inorganic nano intumescent fireproof coating comprises the following components and contents in parts by mass: a component A: 10-30 parts of water-based epoxy resin emulsion; 0.5-1 part of a foaming agent; 0.8 to 1.5 parts of a dispersant; 5-20 parts of a charring agent; 1-2 parts of a dehydration char-forming catalyst; 0.5 to 1.5 parts of an adhesion promoter; 3-6 parts of a chlorinated paraffin solution; 25 to 30 parts of deionized water; 3-6 parts of a curing agent; 0.3 to 1 part of a defoaming agent; a component B: 10-20 parts of expandable graphite; and 10-20 parts of an inorganic

nano filler. According to the intumescent fireproof coating for the steel structure, the expandable graphite is added into the intumescent fireproof coating for the steel structure, and the expandable graphite is distributed in the intumescent carbon layer in a worm shape in a high-temperature state, so that the intumescent carbon layer has a more compact structure, the strength of the intumescent layer is improved, and the protection of the steel structure is better realized; the fire endurance of the steel structure is improved.



The invention CN114872353 (A) discloses a preparation method and application of a flame-retardant electromagnetic shielding film based on waste nylon filaments, and the preparation method comprises the following steps: firstly, dissolving waste polyamide nylon filaments in a calcium chloride-methanol mixed solution until polyamide nylon is completely dissolved; ammonium polyphosphate is added into the slurry so as to increase the fire resistance of polyamide nylon and the viscosity of the coating slurry. The prepared coating slurry and the conductive filler are respectively treated on the surface of a polyamide nylon fabric to prepare the high-temperature-resistant electromagnetic shielding material with a sandwich structure. The technical means and method for preparing the multifunctional coating by using the waste silk material as the raw material are simple, the raw material is easy to obtain, the produced material can be converted into a pulping raw material for cyclic regeneration after reaching the service life, serious pollution of a large amount of waste to the environment is relieved, the waste is recycled, a large amount of energy loss is saved, and the production cost is reduced. The unique production and utilization advantages make it have important advantages in environmental protection.

The utility model (patent CN216704863U) provides a fireproof door frame putty coating machine, relates to fireproof door frame processing technical field, including processing table, fixed mechanism and coating mechanism, the screw rod screw thread is connected to the movable seat and slides along the top surface of processing table, the stand column is fixedly connected to the top of movable seat, the second motor is installed on the top of stand column, and the second motor is installed on the top of the stand column. The second lead screw is connected to the output end of the second motor, the lifting table is in threaded connection to the second lead screw, one ends of the clamping rods are slidably connected into the sliding rail, the multiple sets of clamping rods are arranged, the telescopic rods are installed between the two sets of clamping rods on the same side, and the suction cups are fixedly connected to the sides, away from the telescopic rods, of the clamping rods. The distance between the clamping rods is adjusted through the telescopic rod assembly so that the clamping rods can abut against the inner side of the fireproof door frame, then the fireproof door frame is fixed

by being matched with the suction cup, the fireproof door frame passes through the position between the two sets of brushing rollers in a lead screw transmission mode, putty coating can be rapidly completed, and the purpose of improving the machining efficiency is achieved.

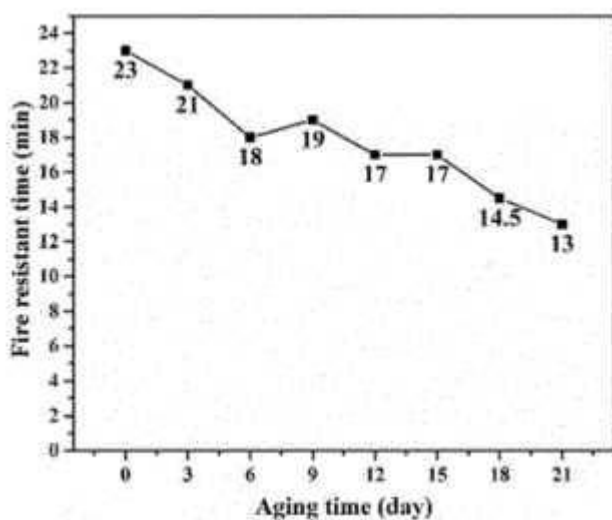
An auxiliary frame structure of a fire fighting truck by patent CN216709424U) comprises an auxiliary frame front beam, an auxiliary frame rear beam and a group of auxiliary frame cross beams, the auxiliary frame front beam is provided with an auxiliary frame front beam cavity, and the auxiliary frame rear beam is provided with an auxiliary frame rear beam cavity. The auxiliary frame structure is characterized in that an auxiliary frame front beam standby operation hole and an auxiliary frame cross beam front fixing seat connecting hole are formed in the front wall body and the rear wall body of the auxiliary frame front beam, and an auxiliary frame rear beam standby operation hole and an auxiliary frame cross beam rear fixing seat connecting hole are formed in the front wall and the rear wall of the auxiliary frame rear beam; the front ends of the group of sub-frame cross beams are fixed with the rear side of the sub-frame front beam, and the rear ends of the group of sub-frame cross beams are fixed with the front side of the sub-frame rear beam. The method has the advantages that the requirements of standardization, generalization and serialization are met; welding stress is avoided, so that the front beam and the rear beam of the auxiliary frame are prevented from being damaged, and the influence of dust, waste gas and stimulation light generated by welding on the health of workers can be avoided; the front beam and the rear beam of the auxiliary frame have the same anti-corrosion coating effect inside and outside; the change requirement of the fire fighting truck chassis beam is met.



The invention CN114596686 (A) discloses a wide-area space fire sensing network system. A fire detection device and a fire monitoring system are redesigned and defined based on a brand new material technology. The method is especially suitable for prevention and safety of forest fire and other extreme environmental natural disasters. In combination with a micro electro mechanical system technology, a wireless sensing technology and an embedded technology, 1) intelligentization, miniaturization, low energy consumption and low cost of a sensing terminal are realized; the distributed dynamic networking structure effectively balances the technical repulsion problem of two application ends of local high-density monitoring and wide-area all-directional protection, and solves the balance problem of performance, energy consumption, safety and cost of the system. A brand new technical framework and a safety scheme are provided for safety problems of fire early warning, protection and the like in an unmanned environment and a wide-area space.

The invention CN114410176 (A) belongs to the technical field of fireproof application of steel structures, and particularly discloses a high-performance fireproof coating which is prepared by mixing the following components: matrix resin, a dehydration catalyst, a carbonizer, a foaming agent, an organic flame retardant and an auxiliary agent. The high-performance fireproof coating has the beneficial effects that the fireproof heat insulation principle of the thick type steel structure fireproof coating coated on a steel member is that the volume of the coating is basically not changed when the fireproof coating is on fire, the heat conductivity of the coating is very low, the speed of transferring heat to a protected base material is delayed, and the coating of the fireproof coating is non-combustible, so that the fireproof coating has good heat insulation performance. According to the invention, the steel member is shielded and heat radiation is prevented, flame and high temperature are prevented from directly attacking the steel member, the process of generating non-combustible gas due to mutual reaction in case of fire is endothermic reaction, a large amount of heat is consumed, and the system temperature is reduced, so that the fireproof effect is remarkable, and efficient fireproof and heat-insulating protection on steel is realized.

The present invention - US2022127072A1 relates to floating roofs for tanks that are used for storage of flammable liquids, such as petroleum or refinery products such as diesel, kerosene, gasoline, etc. In one aspect, the present invention concerns a method for forming a fire retardant coating of a floating roof, and a floating roof obtainable thereby. In another aspect, the present invention relates to improvements in structure of a floating roof. The floating roof tank may be a seamless composite floating roof tank for refineries.



The invention CN114354475 (A) discloses a test method for testing the aging of a wood structure fireproof coating in a high-humidity environment, and compared with the prior art, the method has the advantages that the fireproof durability of an intumescent wood structure fireproof coating in the high-humidity environment is tested; the method for simulating the artificial accelerated aging of the intumescent wood structure fireproof coating under the condition of coupling of different parameters in a high-humidity indoor environment is realized, the result can be used for comprehensively reflecting the durability of the coating, and the aims of guiding fire supervision and formula optimization of the intumescent wood structure

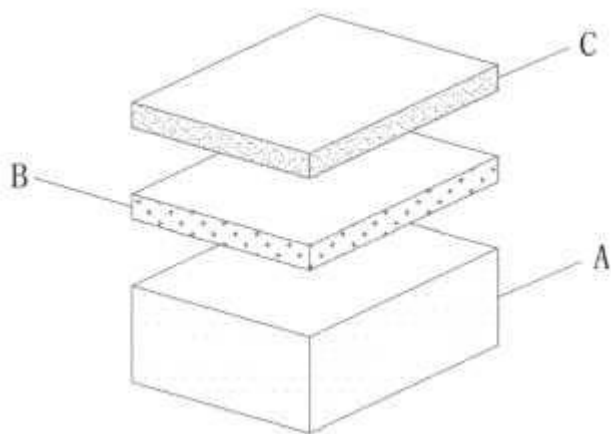
fireproof coating are fulfilled; the method can be used for guiding formula optimization and practical engineering application of the intumescent wood structure fireproof coating, and has popularization and application values.

The invention CN114316735 (A) describes waterborne epoxy intumescent fireproof coating for a steel structure and a preparation method of the waterborne epoxy intumescent fireproof coating, and belongs to the relates to a field of functional coatings. The component A is prepared from the following components in parts by mass: 10 to 30 parts of waterborne epoxy resin emulsion, 0.3 to 0.8 part of defoaming agent, 0.8 to 1.5 parts of dispersing agent, 3 to 10 parts of chlorinated paraffin solution, 0.5 to 1.5 parts of adhesion promoter, 5 to 20 parts of charring agent, 10 to 30 parts of acid donor, 6 to 20 parts of inorganic nano filler, 1 to 6 parts of reinforced fiber, 0.1 to 0.5 part of rheological agent and 10 to 30 parts of deionized water; the preparation method comprises the following steps: preparing a waterborne epoxy resin emulsion, adding other components, and uniformly stirring to obtain a component A; and the component B is a waterborne epoxy curing agent. The water-based epoxy intumescent fireproof coating disclosed by the invention is excellent in fireproof performance, can be applied to fireproof protection of indoor steel structures, is green and environment-friendly, and has excellent water resistance.

The utility model - CN216196560 (U) discloses a wooden formwork for civil engineering, which belongs to the field of wooden formworks and comprises a wooden formwork body, the wooden formwork body comprises an anti-corrosion layer, a fireproof layer, a wear-resistant layer, a compression-resistant layer and a buffer layer, the side surface of the anti-corrosion layer is provided with the fireproof layer, and the side surface of the fireproof layer is provided with the wear-resistant layer; the anti-corrosion layer is arranged, the anti-corrosion layer is made of epoxy coating, and the epoxy coating has excellent corrosion resistance, so that various corrosive media are difficult to permeate into the surface of the wood formwork, the problem that the wood formwork is damaged due to corrosion is avoided, the service life of the wood formwork is prolonged, the fire resistance of the wood formwork can be improved by arranging the fireproof layer, and the service life of the wood formwork is prolonged. And the flame spreading speed is slowed down, the problem that fire risks are likely to be caused due to the fact that sparks drift away on the surface of the wood formwork when reinforcing steel bars are welded or cut in the wood formwork laying process is solved, and therefore the protection performance of the wood formwork is improved.

The utility model by CN216195674 (U) discloses a fireproof shear wall building structure which comprises a wall body, a protection plate is arranged in the wall body, a plurality of installation blocks are evenly arranged on the two sides of the protection plate, vertical ribs penetrate through the installation blocks below the same vertical line, transverse ribs penetrate through the installation blocks on the same horizontal line, and the transverse ribs are located on the outer sides of the vertical ribs. Compared with a traditional shear wall, the novel shear wall has the advantages that the protection plates are arranged in the wall body, and the installation blocks are

matched with the steel bar wall body structure formed by the transverse bars and the vertical bars, so that the novel shear wall is higher in structural strength and is not prone to toppling over, and the flame-retardant coating and the heat insulation coating are arranged outside the wall body; and the flame-retardant layer and the heat-insulating layer in the protection plate can effectively prevent and slow down the spreading of fire and the erosion of fire to the wall body, so that the wall body is further protected.



The invention CN114278030 (A) discloses a processing method of a highlight and flame-retardant marble-imitated wallboard, the highlight and flame-retardant marble-imitated wallboard comprises a foaming base material layer, a spray-painted printing layer and a highlight protection layer, the spray-painted printing layer is flatly pasted on the top end face of the foaming base material layer, the highlight protection layer is flatly pasted on the top end face of the spray-painted printing layer, a glass fiber material is added to the foaming base material layer, and the glass fiber material is added to the highlight protection layer. A micro-foaming cement board is introduced into the foaming base material layer, and the fireproof grade can reach non-combustible (grade A) according to GB 8624 tests. According to the invention, a flame-retardant micro-foaming cement board is adopted, is subjected to polishing and ground color treatment, is directly subjected to inkjet printing on a base material, and is subjected to coating treatment according to a special formula, so that the scratch resistance and wear resistance are good; a-level fire prevention can be achieved; customized production of surface patterns can be achieved, and selectivity is high; the appearance visual effect can be similar to that of highlight marble; the produced thinnest thickness is only 3 mm, and the self weight of the product is light.

The utility model - CN215795964 (U) relates to a high-temperature-resistant high-strength flame-retardant protective layer which comprises a liquid tank body. A primer layer is arranged on the outer wall of the liquid tank body; the fireproof door further comprises a heat preservation layer, a polyurea protection layer, a stainless steel metal plate and a fireproof coating. The heat preservation layer is connected with the outer wall of the primer layer of the liquid tank body, the outer wall of the heat preservation layer is wrapped with the polyurea protection layer, the outer wall of the polyurea protection layer is wrapped with the stainless steel metal plate, the outer wall of the stainless steel metal plate is wrapped with the fireproof coating, and an adhesion layer is arranged between the fireproof coating and the stainless steel metal plate. A

first crack arrest net and a second crack arrest net are arranged in the heat preservation layer. According to the utility model, the damage of flames to the liquid tank can be reduced in a fire hazard or a high-temperature environment, the fireproof capability can be enhanced, and the protection capability of a mechanical structure can be improved; the liquid tank can be protected from being damaged by a fire source to the greatest extent when a fire accident occurs, a powerful protective armor is provided, and property loss is reduced.

The utility model - CN215717157 (U) discloses a fireproof flame-retardant constructional engineering plastic formwork which comprises a plate body, a splicing combination structure, a load-bearing noise reduction structure and a surface protection structure, the splicing combination structure is arranged on the outer side of the plate body, the load-bearing noise reduction structure is arranged in the plate body, and the surface of the plate body is coated with the surface protection structure. The surface protection structure comprises a waterproof heat preservation coating attached to the surface of the plate body. According to the fireproof flame-retardant building engineering plastic formwork, the bearing performance and the pressure resistance of the interior of the formwork body are improved through the reinforcing ribs, meanwhile, the honeycomb-shaped core layer is embedded into the interior of the inner containing cavity, the silencing effect is effectively improved through the honeycomb-shaped core layer, and the potential safety hazard of resonance generated by noise is reduced; the waterproof heat preservation coating prevents the plastic plate body from generating different size changes due to different thermal expansion and cold contraction coefficients, the fireproof flame-retardant coating prevents the plate body from being continuously combusted as a fire spreading object after meeting open fire, the abrasion-resistant coating reduces scratching of the surface of the plate body, and the service life of the plate body is prolonged.

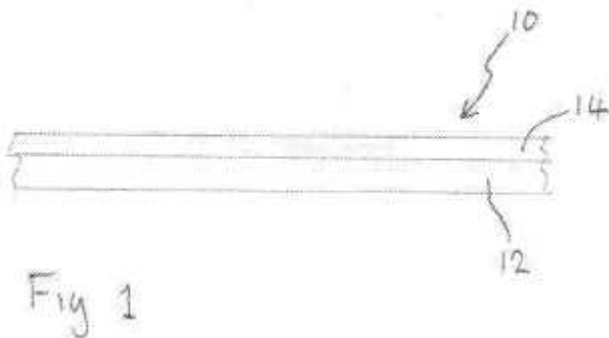
The utility model - CN215507171 (U) discloses dispersing and grinding equipment for fireproof coating production, and aims to solve the problems in the prior art that the temperature change in a grinding shell is fast when materials are ground, the temperature cannot be mastered in real time, cooling measures cannot be effectively taken, and liquid enters a motor through a rotating shaft in the grinding process. The horizontal grinding machine comprises a shell, a motor and a rotating shaft, the shell is provided with a feeding hopper and a discharging hopper, the rotating shaft penetrates through the shell and is connected with the motor, a flow blocking ring is arranged at the position, where the rotating shaft penetrates through, of the inner side of the shell, and the rotating shaft penetrates through the flow blocking ring. A plurality of uniformly distributed grinding rods are arranged on the rotating shaft, a grinding ball is arranged at one end, far away from the rotating shaft, of each grinding rod, and the grinding balls are used for refining and grinding materials, so that liquid is prevented from flowing into the motor, the temperature in the shell is detected in real time, and the temperature is reduced; and large-particle raw material screening is carried out on the materials in the discharging hopper.

The production equipment by patent CN215463512 (U) comprises a base, a second supporting frame is arranged on the outer wall of the top of the base, a discharging barrel is arranged on the outer wall of the top of the second supporting frame, a stirring barrel is rotationally connected to the inner wall of one side of the discharging barrel, and a feeding pipe is arranged on the inner wall of one side of the stirring barrel; a fixing frame is fixed to the inner wall of the side, close to the feeding pipe, of the stirring barrel, the fixing frame and the inner wall of one side of the stirring barrel are rotationally connected with the same stirring rod, a first motor is arranged on the outer wall of one side of the stirring barrel, and an output shaft of the first motor is connected with the stirring rod through a coupler. The stirring barrel is rotationally connected to the inner wall of the discharging barrel, the feeding pipe and the dispersing cone are arranged at one end of the stirring barrel, the dispersing rod is arranged on the dispersing cone, materials are fed into the stirring barrel through the feeding pipe, then the first motor is started to drive the stirring rod to rotate, and the stirring rod mixes and stirs the materials; and the scattering rods can scatter the materials which just enter, so that the materials are prevented from caking.

The utility model - CN215463464 (U) discloses manufacturing equipment of environment-friendly intumescent steel structure fireproof paint with high fire resistance, which comprises a stirring box, a support is arranged on the outer wall of the top of the stirring box, an air cylinder is arranged on the inner wall of the top of the support, a lifting seat is arranged at the output end of the air cylinder, and a bent pipe is arranged on the outer wall of one side of the lifting seat. A rack is arranged on the outer wall of the bottom of the bent pipe, an annular stirring frame is movably connected to the outer wall of one side of the stirring box, a gear is connected to the circumferential outer wall of the annular stirring frame through a key, the circumferential outer wall of the gear is meshed with the outer wall of one side of the rack, and a feeding hole is formed in the outer wall of the top of the stirring box. According to the fireproof coating stirring device, the fireproof coating can be guided into the stirring box through the feeding hole, and the lifting seat can be controlled to move up and down through the air cylinder, so that the rack can drive the gear to rotate in the up-and-down movement process, and the gear can drive the annular stirring frame to rotate in the rotating process.

The utility model by CN215152565 (U) discloses flame-retardant polyurethane foam which comprises a foam body, a first flame-retardant mechanism is arranged on the outer surface of the upper end of the foam body, a first protection mechanism is arranged on the outer surface of the upper end of the first flame-retardant mechanism, and a second flame-retardant mechanism is arranged on the outer surface of the lower end of the foam body. And a second protection mechanism is arranged on the outer surface of the lower end of the second flame-retardant mechanism. According to the flame-retardant polyurethane foam, due to the arrangement of the flame-retardant mechanism, the flame retardance of the polyurethane foam can be effectively enhanced, fire disasters can be effectively prevented, the glass magnesium board is mainly made of active high-purity magnesium oxide which is resistant to high temperature and high in flame retardance, and the two groups of flame-

retardant coating films are made of the same materials, so that the flame-retardant polyurethane foam is high in flame retardance and good in flame retardance. The main material of the foam is polytetrafluoroethylene, the flame retardant property is good, the foam and the magnesium oxide board can play a dual flame retardant role, through the arranged protection mechanism, the protection property of the foam body can be effectively improved, and a better use prospect is brought.



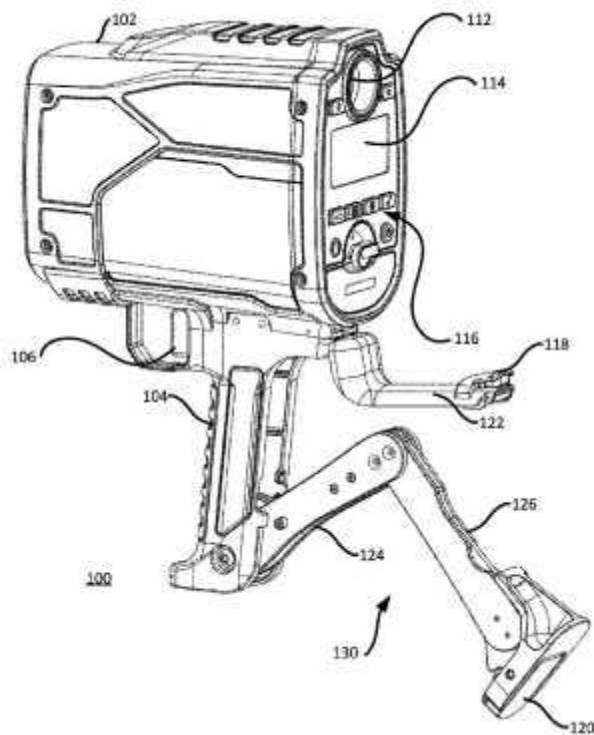
A Fire-Resistant Vapour-Barrier membrane - WO2022153160 (A1) is disclosed, for use in the construction of buildings etc. It comprises a layered structure forming a flexible sheet, and has a first layer of glass fibre, and a second layer of silicone coating, wherein the glass fibre comprises a greater proportion of the material than the silicone, and the ratio, by weight, of glass fibre to silicone is within the range of 51:49 to 99:1. The membrane may be used where current waterproof membranes are used, such as in roofing structures, or under floors etc. and it improves safety over prior art barriers by increasing fire-resistance.

Site

laser Technologies

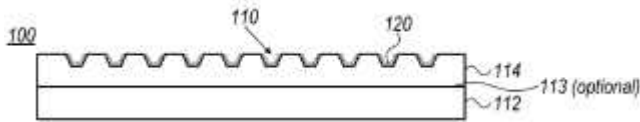
The leading countries on laser technologies are USA (491 patents). But more patents have the one is Chinese Han's Laser Technology Industry Group Co., Ltd, a public company which was established in 1996, has now become the flagship of Chinese national laser industry and the world's famous laser equipment. Nowadays, the fundamental infrastructure is not limited to repair the road, build the railway, connect the electrical cables, more include the water and electricity, cultural entertainment instruments, photovoltaic and other new industries, the aim is to vigorously construct the socialist spiritual civilization that is based on the adequate food and clothing of the people. This company has now more than 5600 inventions on the field of laser technologies and I would like to introduce only last ones.

The patent US2023146823 describe a handheld laser-based vehicle speed measurement device incorporating on-board data storage with GPS, compass, excess panning detection, and voice recognition technology as well as, recording minimum and maximum speeds of a plurality of vehicles along a roadway and calculating the 85th

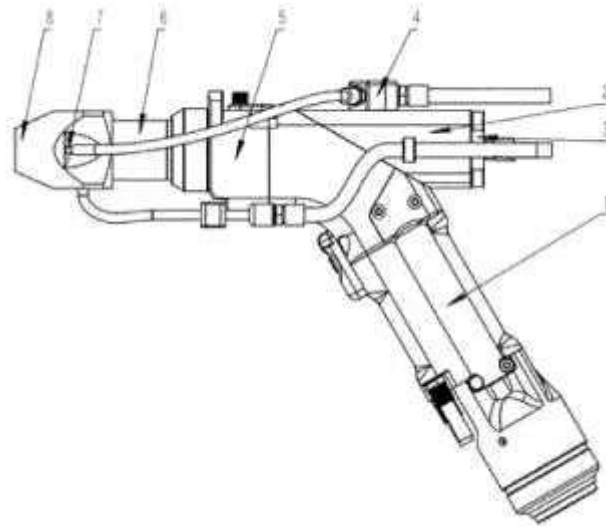


percentile speed (see below)

The patent US2023129519 describes pattern transfer sheets and methods are provided for printing paste patterns (e.g., thin fingers) with a high aspect ratio and for increasing throughput in pattern transfer printing. Trenches in the pattern transfer sheets, that are configured to be filled with printing paste and to enable releasing the printing paste from the trenches onto a receiving substrate upon illumination by a laser beam—are coated internally by a coating configured to disintegrate upon the illumination. The coating is configured to enhance the releasing of the paste—increasing throughput and printing accuracy. The receiving substrate may be cleaned after paste deposition by removing disintegration products of the coating therefrom. Alternatively or complementarily, laser absorbing dye may be mixed into the printing paste to facilitate its release from the trenches.



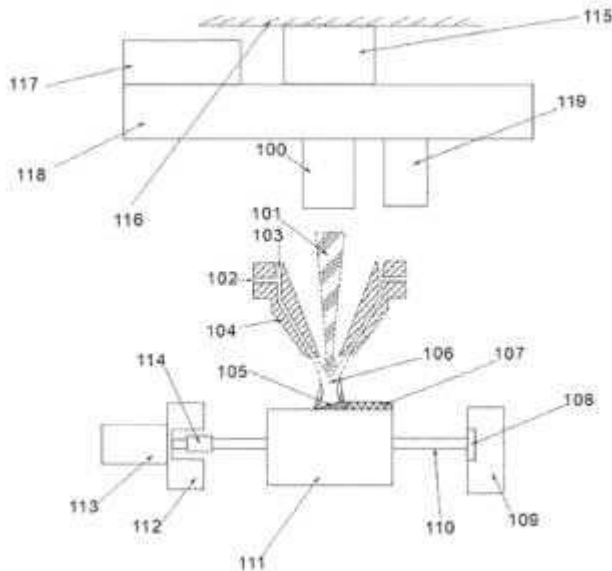
The invention ZA202212376 relates to the field of laser cladding, in particular to a handheld laser cladding head device which comprises a handheld gun body, a focusing mirror mounting seat, a focusing mirror, a powder distributing block, a protective mirror module, a connecting column, a hard alloy pipe and a powder feeding nozzle. The focusing mirror mounting base is fixedly connected to the handheld gun body, the focusing mirror is mounted in a hole of the focusing mirror mounting base, the powder distributing block is fixedly connected to the handheld gun body, the protective mirror module is fixedly connected to the handheld gun body, the powder feeding nozzle is connected with the protective mirror module through the connecting column, and the hard alloy pipe is connected with an inner hole of the powder feeding nozzle in an interference fit mode. The device is small and exquisite in structure, flexible to use, stable and reliable to operate and capable of bearing high-power laser; therefore, the laser cladding operation can be quickly and conveniently carried out on some irregular parts or special parts of the parts; and the market blank of handheld laser cladding is filled in



the laser cladding market.

The invention CN115786909 provides a laser cladding repairing method for a guide, which comprises the following steps of: constructing a guide three-dimensional model to be repaired by adopting a three-dimensional scanning technology and a three-dimensional modeling technology, performing three-dimensional fusion on a guide standard component and the guide to be repaired to obtain a repaired three-dimensional model, and dividing the repaired three-dimensional model into a plurality of cube blocks, the repairing three-dimensional model is completely covered with the

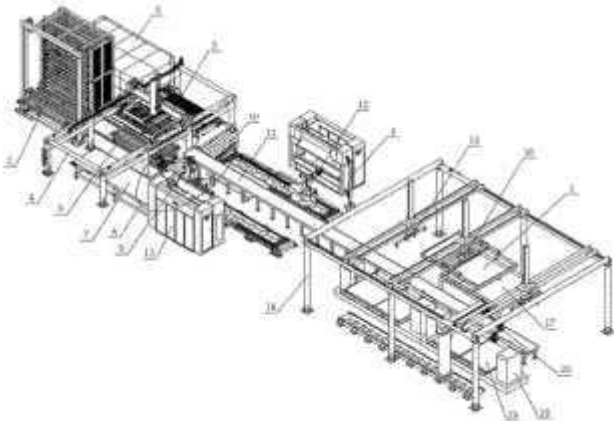
multiple cube blocks, and the valve opening degree of shielding gas and powder feeding



gas is set by

designing power control of a laser cladding device, the use amount of cladding materials and power control of the laser cladding device when different blocks are repaired, so that accurate repairing is achieved.

The invention CN115771028 relates to an automatic machining line for sheet metal forming and a machining technology thereof, and belongs to the technical field of machining. The automatic machining line comprises an automatic material warehouse used for storing sheets, a movable discharging trolley is arranged below the automatic material warehouse, and a feeding and discharging device, a conveying belt and a gantry frame are sequentially arranged on one side of the automatic material warehouse; a laser cutting machine is arranged on the rear side of the automatic material warehouse, a feeding and discharging mechanical arm is installed on the feeding and discharging device, a stacking carrying mechanical arm is arranged on one side of the belt conveyor, bending robots are arranged on the two sides of the front end of the conveying belt, bending machines are arranged on the outer sides of the bending robots, and a carrying mechanical arm and a discharging mechanical arm are arranged on the gantry frame. A positioner and a welding robot are further arranged below the gantry frame. The machining line is used for machining the plate, the whole machining process including discharging, cutting, bending and welding is automatic, and the adjacent working procedures are automatically connected.



The whole machining line is high in automation degree, and manpower and material resources are greatly saved.

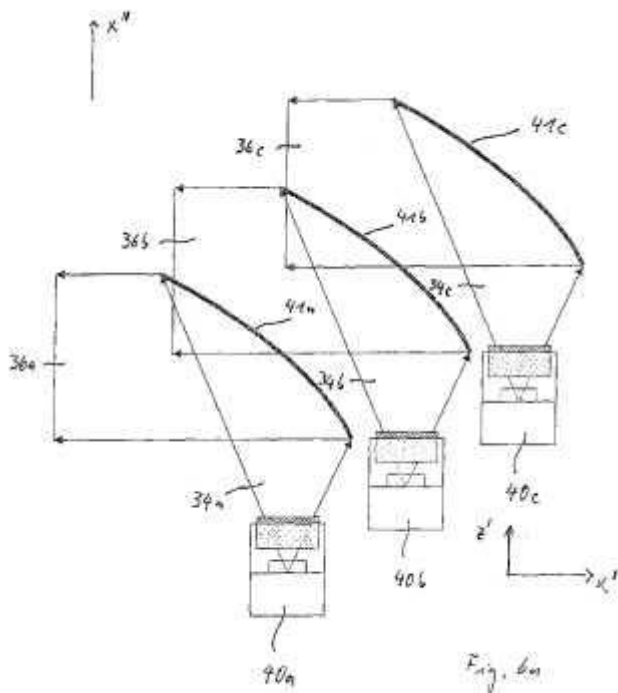
The embodiment of the invention CN115740984 belongs to the technical field of laser cutting, and relates to a laser cutting control method which comprises the steps that a to-be-cut contour of a laser cutting plate is obtained; acquiring first process layer information corresponding to the contour to be cut; determining a cutting process of the to-be-cut contour according to the first process layer information; and laser is controlled to cut the plate according to the cutting process. The invention further provides a laser cutting control device, computer equipment and a storage medium. According to the embodiment of the invention, in the laser cutting process, the cutting process can be determined according to the specific condition of the plate. Specifically, in the cutting process, the cutting technology can be determined for each to-be-cut contour, local film spraying machining of the plate is automatically achieved, and meanwhile the laser cutting efficiency is improved.

The embodiment of the invention CN115722805 belongs to the technical field of laser processing, and relates to a laser processing method and a laser processing system using visual imaging. The laser processing method using visual imaging comprises the following steps that a product is placed on a processing platform, and a to-be-processed area of the product is located in a visual imaging range of a visual imaging module; shooting an image of the to-be-processed area through a visual imaging module; the shot image is processed, and a processing drawing corresponding to the to-be-processed area of the product is obtained; and performing laser processing on the product according to the set laser parameters and the processing drawing. The problem that the relative position precision of a film material and glass is poor due to a traditional film pasting method is effectively solved, the technological process is simple, the relative precision of the film material and the glass edge is high, high-precision film pasting equipment does not need to be used, a laser product can be directly assembled, the production cost is reduced, the machining procedures are reduced, meanwhile, the prepared product is high in environment tolerance, and the production cost is reduced. The edge is smooth and fine.

The disclosed by the patent CA3182652 method for debarring and chamfering a burred sharp edge, which is defined between two transversely extending sides of workpiece, includes forming a molten pool of material on one of the sides by a laser beam which wobbles transversely to the burred edge. The wobbling amplitude of the laser beam is controlled so that the oscillating beam is prevented from being guided beyond the edge. The heat generated by the molten material is transferred to and liquefies the burrs. As the molten material cools and solidifies, it pools on the surface of the workpiece forming a raised smooth curved surface layer which chamfers the edge.

According to the patent MX2008014559, array comprising high power laser diode comprising laser light emitters, each defining, in a direction perpendicular to direction of propagation of an output laser beam, a fast axis and a slow axis; fast axis collimating means for collimating output laser beams in fast axis direction; and slow axis beam shaping means for collimating or focussing output laser beams in slow axis direction, said slow axis beam shaping means disposed external to said high power laser diode;

wherein said laser light emitters are displaced relative to each other in fast axis direction or in fast and slow axis direction by equidistant spacings, respectively; and including optical means for forming output laser beam profile in far field of all laser light emitters consisting of said fast and slow axis collimated or focussed output laser beams arranged adjacently in seamless manner in one or two dimensions with optical fill factor of about

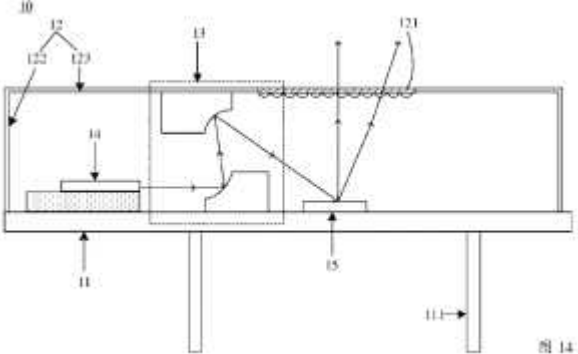


100%.

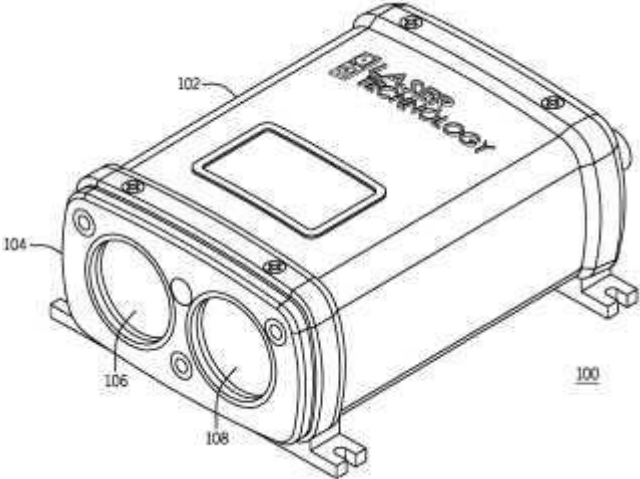
The utility model according to CN218461242 belongs to the field of laser engraving machine auxiliary technology application equipment, and particularly relates to a laser engraving machine auxiliary distance measuring device which comprises an auxiliary distance measuring device body clamped on a laser adjusting and engraving machine lifting arm, the auxiliary distance measuring device body comprises an L-shaped supporting frame, and a clamping mechanism is arranged at the end of one side of the supporting frame. A U-shaped containing cover is arranged at the lower end of the supporting frame, a key-shaped groove is formed in the side edge wall of the containing cover, an arc-shaped limiting groove is formed in the portion, below the key-shaped groove, of the containing cover, a rotatable moving part is arranged in the containing cover, a lead screw mechanism is arranged in a moving plate, and a lifting plate is arranged at the front end of the lead screw mechanism. A lever indicator is arranged at the front end of the lifting plate. The laser engraving machine lifting arm control device is reasonable in design, simple in structure and convenient to machine, the lifting distance of a laser engraving machine lifting arm with a laser engraving head can be effectively and accurately controlled, the auxiliary distance measuring effect is achieved, the accuracy is improved, the workpiece forming quality is guaranteed, and the use requirement is met.

A laser projection apparatus (W02023029945), related to the field of display technology. A laser projection apparatus (1000) comprises: a light source assembly (1), an optical machine (20) and a lens (30). In the light source assembly (1), an encapsulation housing (12) is connected to a thermally conductive substrate (11) and comprises a light outlet (121). The light outlet (121) is located on a side of the encapsulation housing (12) furthest from the thermally conductive substrate (11). A

first light-emitting chip (14) is disposed in the encapsulation housing (12) and is connected to the thermally conductive substrate (11), and is configured to emit a first laser beam. A fluorescent portion (15) is disposed in the encapsulation housing (12) and is connected to the thermally conductive substrate (11). The fluorescent portion (15) is disposed at a light-emitting side of the first light-emitting chip (14) and is configured to emit, under the effects of at least a portion of the light in the first laser beam, a fluorescent beam toward the light outlet (121). An optical path guide assembly (13) is disposed in the encapsulation housing (12) and is configured to guide the first laser beam to the fluorescent portion (15). At least a portion of the light in the fluorescent beam is emitted from the light outlet (121) in a direction away from the thermally conductive substrate (11), so as to form at least a portion of the light in an illumination

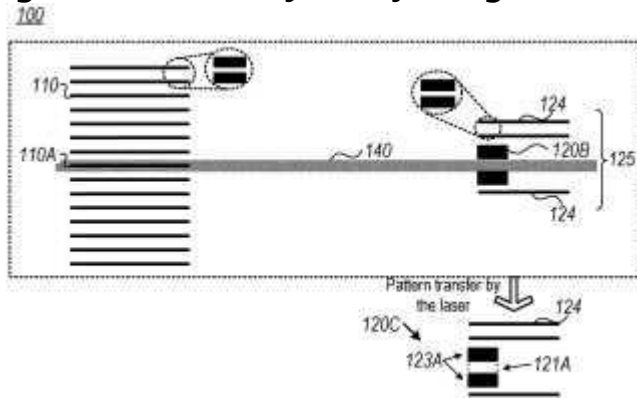


beam.

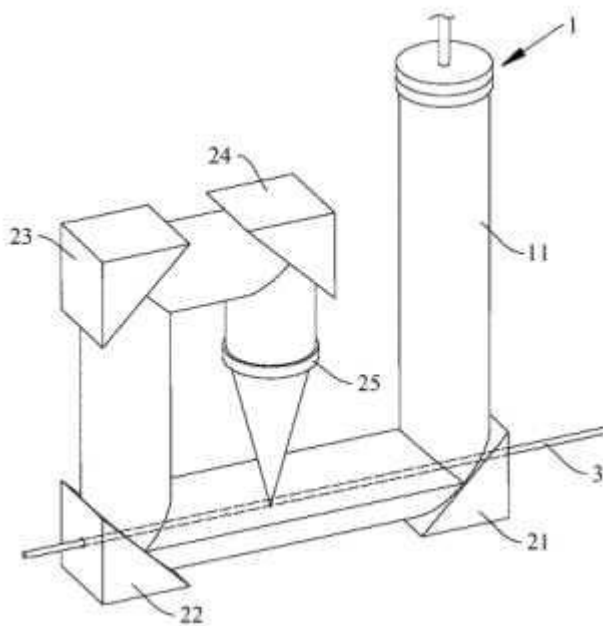


According to patent US2023019668, pattern transfer sheets, methods of monitoring pattern transfer printing, and pattern transfer printing systems are provided, for monitoring and adjusting laser illumination used for transferring paste patterns from trenches on the sheets onto a substrate such as electronic circuitry and/or solar cell substrates. Pattern transfer sheets comprise, outside the pattern, (i) trace mark(s) configured to receive the printing paste, aligned to the trenches and are wider than the width of the illuminating laser beam—to detect misalignment of paste release from within the trace mark(s) and/or (ii) working window marks configured to receive the printing paste, set at specified offsets with respect to specific trenches, with different working window marks set at different offsets—to correct the effective

working window by adjusting the power of the laser beam.



The invention CN115592260 belongs to the technical field of laser processing, and particularly relates to a micro pipe laser processing device and processing technology. The device comprises a beam-expanding hollow processing device used for processing laser emitted by a laser generator into a beam-expanding hollow light beam; the first reflecting mirror and the second reflecting mirror are oppositely arranged and located on a straight line where the conveying direction of the miniature pipe is located, the miniature pipe penetrates through the first reflecting mirror and the second reflecting mirror, and the first reflecting mirror reflects a beam-expanded hollow light beam vertically emitted to the straight line to the second reflecting mirror along the straight line; the second reflector reflects the expanded hollow light beam away from the straight line; the third reflecting mirror and the fourth reflecting mirror reflect the expanded hollow light beam reflected by the second reflecting mirror back to the straight line; the focusing lens is used for focusing the reflected straight line and irradiating the straight line on the surface of the miniature pipe; and the rotating mechanism drives the second reflecting mirror, the third reflecting mirror, the fourth reflecting mirror and the focusing mirror to rotate with the straight line as the axis at the same time, and rotary machining is conducted on the miniature pipe.

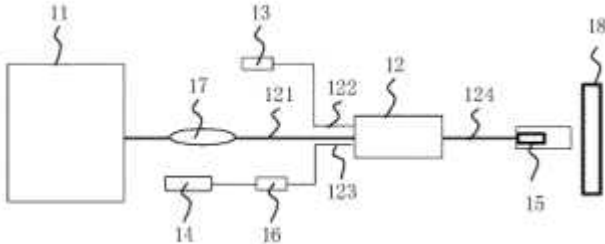


The utility model by CN217952831 discloses a refrigeration equipment case. The refrigeration equipment case comprises a stand column and a bottom plate arranged at the bottom of the stand column. The stand column comprises a stand column body and a first bearing piece, and the first bearing piece is arranged at the bottom end of the

stand column body and used for supporting the bottom plate. The stand column body comprises two positioning edges arranged at an included angle, and the two positioning edges abut against the periphery of the bottom plate so as to position the bottom plate. According to the refrigeration equipment case, the first bearing pieces are arranged at the bottom ends of the stand columns, the first bearing pieces can support the bottom plate to form support, the bottom plate can be firmly fixed after the first bearing pieces and the bottom plate are locked through the screws, powerful support is formed, reliability is high, and meanwhile, the reliability of the refrigeration equipment case is improved. During installation, the bottom plate can be positioned and fixed through the two positioning edges of the stand column, and the whole structure is convenient to install, simple, capable of being completed without a welding process, environmentally friendly and capable of saving energy.

The invention CN115415678 provides a laser half-cutting method of a multi-layer composite film, the multi-layer composite film comprises a PI layer, a double-sided adhesive layer, a first PET film and a second PET film which are stacked in sequence, a product is printed on the PI layer, the method comprises the steps that the cutting attribute of a to-be-cut layer is obtained, and the to-be-cut layer comprises the PI layer and the double-sided adhesive layer, or the PI layer, the double-sided adhesive layer and the first PET film; the cutting attributes comprise the material and the thickness of the to-be-cut layer; corresponding laser cutting information is determined according to the cutting attribute of each layer in the to-be-cut layers; contour information of the product is obtained, and a cutting track of the product is determined; and layer-by-layer laser cutting is conducted on the to-be-cut layer in the direction from the PI layer to the second PET film according to the laser cutting information and the cutting track of the product. According to the scheme, each layer in the multi-layer composite film can be accurately cut by using laser, and the special-shaped cutting device is suitable for special-shaped cutting of the multi-layer composite film.

The invention CN115415678 discloses an optical fiber laser device and a detection method, and the optical fiber laser device comprises a control module, and a laser



generation module, a coupling device, a signal light module, a photoelectric detector and a processing head which are connected with the control module. The input end of the coupling device is connected with the laser generation module and the signal light module, and is used for forming processing light according to the laser and the signal light; processing light is sent to the to-be-processed workpiece through the processing head, and after the processing light is reflected on the surface of the to-be-processed workpiece, to-be-processed light is formed; the photoelectric detector is connected with the input end of the coupling device and used for detecting the to-be-detected light, processing the to-be-detected light to form detection data and sending the detection

data to the control module; and the control module is used for controlling the target execution component to work according to the received detection data. Through cooperation of the coupling device, the signal light module and the photoelectric detector, accurate detection of light to be detected is realized, more accurate detection data is ensured, and technical support is provided for high-precision control of the control module.

The invention CN115373291 belongs to the technical field of laser welding, and relates to a welding method and system based on blue laser, and the welding method comprises the following steps: preparing a target metal film with N hollow patterns; two to-be-welded metal pieces with a welding seam formed between the two metal pieces are installed on a welding platform, a target metal film is arranged, and the target metal film is located above the to-be-welded metal pieces; starting the blue light laser, adjusting the output energy of the blue light laser according to a target demand, and aligning a blue light laser beam emitted by the blue light laser to one of the hollowed-out patterns to serve as a target hollowed-out pattern; and the target hollowed-out pattern is heated through a blue light laser beam, so that the metal at the position corresponding to the target hollowed-out pattern is molten into molten drops until the molten drops are separated from the target metal film and drop to the weld joint, and finally the two metal pieces to be welded are connected together in a welded mode. Obviously, the welding method is simple and reliable, the application range is wide, the welding requirements of large current, high temperature resistance and high integration degree can be met, and the welding system is simple in structure.

The invention CN115338544 discloses a laser engraving method for an amber pattern and an amber ornament. The method comprises the following steps: step 1, paving a pattern bearing layer with light transmission in a laser engraving area on the amber surface; and 2, performing laser engraving on the pattern bearing layer to form the laser engraved pattern on the amber. Therefore, according to the laser engraving method for the amber pattern, the defects that CNC machining and manual machining patterns are not clear, easy to scrap and low in efficiency can be overcome, and meanwhile through the arrangement of the light-transmitting pattern bearing layer, it can be guaranteed that the transparent and moist characteristics of the amber are not damaged by laser. discloses a laser engraving method for an amber pattern and an amber ornament. The method comprises the following steps: step 1, paving a pattern bearing layer with light transmission in a laser engraving area on the amber surface; and 2, performing laser engraving on the pattern bearing layer to form the laser engraved pattern on the amber. Therefore, according to the laser engraving method for the amber pattern, the defects that CNC machining and manual machining patterns are not clear, easy to scrap and low in efficiency can be overcome, and meanwhile through the arrangement of the light-transmitting pattern bearing layer, it can be guaranteed that the transparent and moist characteristics of the amber are not damaged by laser.

The invention CN115781039 discloses a trajectory compensation method, computer equipment and a readable storage medium, and the method comprises the steps: obtaining an original trajectory queue and a queue compensation value corresponding to the original trajectory queue, the original trajectory queue comprising at least two to-be-processed trajectories; according to the trajectory connection

sequence, determining two adjacent to-be-processed trajectories in the original trajectory queue as a first processing trajectory and a second processing trajectory respectively; calculating a track included angle between the first processing track and the second processing track; obtaining target compensation values corresponding to the first processing track and the second processing track based on the track included angle and the queue compensation value; performing compensation processing on the first processing track and the second processing track by adopting the target compensation value to obtain a first compensation track and a second compensation track; according to the track connection sequence, the first compensation track and the second compensation track are stored in a target compensation queue in sequence; and processing the to-be-processed workpiece based on the target compensation queue to obtain a target workpiece. The track compensation method can improve the cutting precision.

The invention CN115255680 discloses a micropore machining method based on ultrafast laser. The micropore machining method comprises the steps that a workpiece is fixed to a machining position; position parameters and machining parameters of the to-be-machined micropores are set; laser is controlled to machine the workpiece according to the first machining path, so that a circular micropore is formed in the workpiece; and the laser is controlled to machine the circular micro-hole according to the second machining path, and the circular micro-hole is corrected into the square micro-hole. According to the invention, the workpiece can be processed through ultrafast laser, so that a round micropore is firstly formed on the workpiece, and then a required square micropore is formed on the workpiece. In the whole machining process, the machining precision is high, and meanwhile the machining efficiency is high.

The invention CN115229329 discloses a laser cutting method and a laser cutting system. The cutting method comprises the following steps: starting laser cutting; monitoring the light intensity of the reflected laser; and whether laser cutting parameters are adjusted or not is determined according to the light intensity of the reflected laser. According to the laser cutting method, the light intensity of the laser reflected during laser cutting is monitored, and the current laser cutting condition is determined through the light intensity change of the reflected laser, so that whether the laser cutting parameters are adjusted or not is determined. Compared with a sound wave signal, the reflection laser is less influenced by external noise or self noise and can be accurately monitored; and the speed of the light is higher than that of the sound, the real-time performance of monitoring the light intensity of the laser and adjusting the laser cutting parameters is higher as an instantaneous cutting process, the laser cutting parameters can be adjusted more quickly, and the laser cutting quality is guaranteed.

The invention CN115041828 discloses a laser cutting control method and system and a cutting controller, the laser cutting control method and system and the cutting controller are applied to a laser cutting control system, the laser cutting control system comprises cutting equipment, and the steps executed by the cutting equipment include the steps that a laser cutting request is obtained, and the laser cutting request comprises target cutting parameters; based on the target cutting parameters, the to-

be-cut object is cut, and the current cutting speed is detected in real time; and according to the current cutting speed and the target cutting parameter, an updated cutting parameter is obtained, the updated cutting parameter serves as the updated target cutting parameter, cutting of the to-be-cut object according to the target cutting parameter is repeatedly executed, and the current cutting speed is detected in real time. According to the technical scheme, the updated target laser energy corresponding to the current cutting speed can be output to conduct laser cutting on the to-be-cut object, and the consistency of laser cutting is achieved.

The invention CN114985956 discloses a laser cutting device and method for a display screen, and belongs to the technical field of laser cutting. The laser cutting device for the display screen comprises a workbench, a sample clamp, a laser device, a laser cutting head, a positioning camera, a defect detection camera and a motion control card; then the reference point and the cutting position of the screen sample are recognized through the positioning camera, the laser device is controlled to be started through the motion control card, and laser emitted by the laser device is subjected to light path adjustment through the laser cutting head, so that the laser emitted by the laser device can accurately fall on the cutting position, and laser cutting of the screen sample is achieved; and a cutting channel for laser cutting is formed, the defect detection camera is controlled by the motion control card to carry out defect detection on the cutting channel, and a defect detection result is output. The laser cutting device for the display screen is simple in structure and convenient to manage and maintain.

**2015 Presidential Green Chemistry
Challenge Award**

is presented to

Prof. Oleg Figovsky, Director of R&D

of

**Hybrid Coating Technologies/Nanotech
Industries/Polymate**

for

Hybrid Non-Isocyanate Polyurethane/Green Polyurethane™




Gina McCarthy
Administrator

THE GENIUS - BUDAPEST - THE INNOVATION BRIDGEHEAD



DIPLOMA

This document is to certify that during the
GENIUS-BUDAPEST International Inventions
Fair out of 300 items from 20 countries


Oleg Figovsky

For his 500 Inventions


is awarded this prestigious

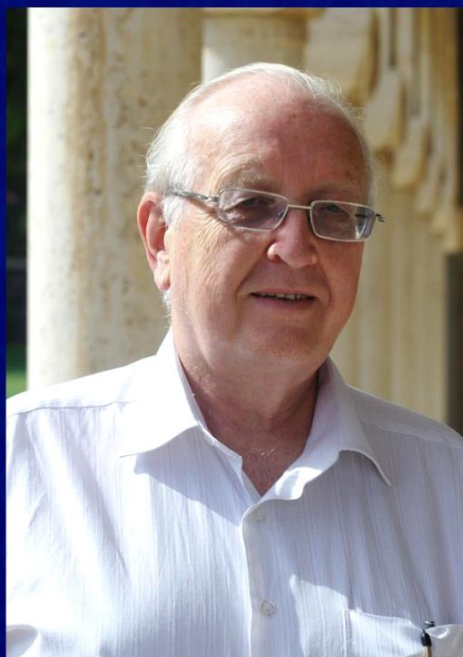
MAFE GOLD ANGEL PRIZE

On the 11th day of September in the year of 2006
Budapest, Hungary


Dr. Szántay Csaba
President




Dr. Vedres András
Secretary General



ФИГОВСКИЙ ОЛЕГ ЛЬВОВИЧ

Президент Израильской Ассоциации Изобретателей, директор по науке и развитию Международного нанотехнологического исследовательского центра «Polymate» (Израиль, 1998—2018), компании «Nanotech Industries, Inc.» (Калифорния, США, 2009—2018), глава департамента по науке, почётный президент совета старейшин Альянса народов мира.

Изобретатель, доктор технических наук. Специалист в области создания новых композиционных материалов (прежде всего, нанокompозитов на основе полимерных, силикатных и металлических матриц). Созданные им новые технологические процессы получения наноматериалов освоены в промышленном производстве США, Канады и Израиля.

Его работы в последние 30 лет посвящены в основном созданию экологически безопасных материалов, в которых наноструктуры создаются в процессе формирования материала. Является автором более 600 публикаций, в том числе — более 20 монографий и справочников, трёх статей в Энциклопедии коллоидной и поверхностной химии (США). Уделяет большое внимание инновационным системам и инновационному инжинирингу.

Имеет более 500 изобретений СССР, США, Японии, Канады, Германии, Израиля и Великобритании, в том числе 3 европейских патента.

Изобретатель клея «Бустилат».

Руководил более 15 Ph.D. диссертационными работами.

Академик EAS, РИА и РААСН, почётный доктор КНИТУ, почётный профессор РГАСУ, КГТУ, ВГАСУ и WSG (Польша), заведующий кафедрой ЮНЕСКО «Green Chemistry».

