

# ТЕХНИКА МОЛОДЕЖИ

2021' 10



## А ЭЛЕКТРОВОДОРДНЫЙ АВТОПРОМ — НА ЗАРЯДКУ! С.12,16

Александр Кавокин,  
профессор физики

Константин Холщевников,  
академик РАН

Константин Арцеулов,  
лётчик-ас Первой мировой

Умельцы Елена и Денис  
Молостовы



СОЗДАЁТ КВАНТОВЫЙ КОМП  
НА «СВЕТОЖИДКОСТИ» С.6



«ЕСЛИ ВСЕЛЕННАЯ  
БЕСКОНЕЧНА,  
МЫ НЕ УЗНАЕМ ЭТОГО  
НИКОГДА!» С.26



В 1915 Г. ПЕРВЫМ В МИРЕ  
НАУЧИЛ ВЫВОДИТЬ САМОЛЁТ  
ИЗ ШТОПОРА С.18

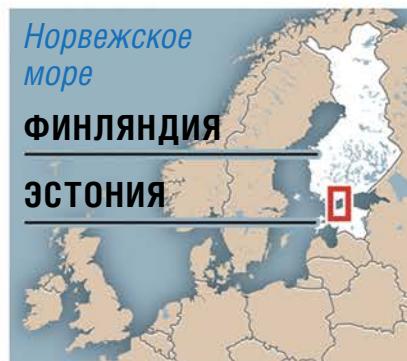


ВОЗРОДИЛИ ТРАДИЦИИ  
И ПОЭЗИЮ ДРЕВНЕГО  
ПРЯДИЛЬНОГО РЕМЕСЛА С.54

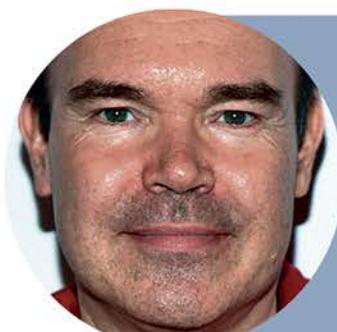
# Хельсинфорс–Таллин: стальной шёлковый путь

Эстония и Финляндия при поддержке китайских инвесторов подписали договор о намерениях проложить уникальный железнодорожный туннель подо дном Балтийского моря

- Длина туннеля: **103 км**  
делает его самым длинным подводным туннелем в мире
- Текущее время в пути на пароме: **2 часа**
- Время в пути на скоростном поезде через туннель:  
**20 минут**



\* Возможные искусственные острова, которые можно досыпать для обеспечения вентиляции, электричества и доступа к туннелям



План возглавил предприниматель Питер Вестербака, заработавший состояние на видеоигре «Энгри Бёрдс» (его прозвище *Могучий орёл*). Ожидаемая стоимость, оцениваемая в 15–20 миллиардов евро, в основном финансируется китайскими спонсорами, что побудило некоторых обвинить проект в слишком гибком подходе к китайской инициативе «Один пояс и один путь»





## ЕЩЁ НЕ КОМП, УЧЁНЫЕ ПРИБЛИЗИЛИСЬ К СОЗДАНИЮ КВАНТОВОГО КОМПЬЮТЕРА

*Разработан квантовый сенсор, обнаруживающий дефекты в работе квантовых систем. Он может стать шагом к созданию полноценного квантового компьютера. Исследование опубликовано в журнале *npj Quantum Information**



## НО УЖЕ СЕНС!

**К**вантовый компьютер – это устройство, хранящее и обрабатывающее информацию внутри группы квантовых систем, каждая из которых, как правило, является двухуровневой и называется «квантовый бит» или «кубит» (англ. «qubit» – quantum bit). Самым популярным и перспективным типом кубита сегодня считаются сверхпроводящие кубиты на основе контактов Джозефсона. На их основе чаще всего разрабатывают квантовые вычислительные устройства. Именно на джозефсоновских кубитах работают квантовые процессоры технологических гигантов IBM и Google.

Ключевым элементом сверхпроводниковых кубитов является джозефсоновский контакт размером от нескольких десятков до нескольких сотен нанометров. Он представляет собой два слоя проводника (сверхпроводящего металла), разделённых тонким слоем диэлектрика, чаще всего оксида алюминия.

При этом такой метод «сборки» сверхпроводящих кубитов неизбежно приводит к появлению так называемых двухуровневых дефектов, влияющих на их поведение и приводящих к ошибкам в вычислениях. Объясняется это тем, что современные технологии не позволяют добиться стопроцентной точности при создании кубитов. В результате наличие дефектов приводит к декогеренции – потери кубитами квантового состояния, и неизбежным вследствие этого ошибкам.

Двухуровневые дефекты в оксиде алюминия и на поверхности сверхпроводников являются важным ме-

ханизмом возникновения флюктуаций и потерь энергии в сверхпроводниковых кубитах, тем самым фактически ограничивая возможность использования таких кубитов для выполнения длинных квантовых алгоритмов.

Чем больше дефектов возникает в материале, и чем сильнее они влияют на кубиты, тем больше ошибок получается в произведённых вычислениях.

Разработанный учёными квантовый сенсор позволяет определять точное расположение и концентрацию двухуровневых дефектов в кубитных микросхемах. По словам одного из авторов исследования, заведущего лабораторией «Сверхпроводящие материалы» НИТУ «МИСиС» и руководителя группы в российском квантовом Центре, профессор, д. ф.-м. н. Алексея Устинова, сенсорный датчик сам является сверхпроводниковым кубитом и позволяет детектировать отдельные дефекты и даже производить манипуляции с ними.

Как отмечают учёные, традиционные методы исследования качества материалов, вроде рентгеновского рассеяния, не слишком чувствительны к маленьким точечным дефектам, и их результаты часто не позволяют понять, в правильном ли направлении движутся разработчики именно с точки зрения создания лучших кубитов. Предложенный подход открывает возможности для разработки диэлектриков и сверхпроводниковых материалов с малыми потерями, необходимых для развития квантовых компьютеров.

# СОДЕРЖАНИЕ



№10'2021  
(1073)

## 1 ЦИФРОВОЙ МИР

ЕЩЁ НЕ КОМП, НО УЖЕ СЕНС! Квантовый компьютер нередко называют «атомной бомбой XXI века». Он ещё не создан, но айтишники из НИТУ «МИСиС», раздумывая над тем, как обнаруживать дефекты при выполнении длинных квантовых алгоритмов, смогли создать уникальный квантовый сенсор, необходимой для контроля выполненных операций

## 4 ИННОВАЦИИ

ТРОЙКА ЗА ПОВЕДЕНИЕ. ИННОВАЦИОННОЕ... Существуют два типа инноваторов. Одни предлагают ноу-хау по должности, другие работают над нововведениями по личной инициативе. Наш корреспондент разбирался в особенностях российского инновационного поведения



## 6 ШИФРОВКА РАСПОЗНАНА ...«ЖИДКИМ СВЕТОМ»!

Что общего между светом и жидкостью? Профессору физики Алексею Кавокину с коллегами удалось невероятное: подобрать такие условия, при которых свет ведёт себя как жидкость! Это открывает дорогу к созданию новых типов лазеров, а в конечном итоге — к квантовому компьютеру, работающему на светожидкости



## 8 Анастасия ЖУКОВА. НАШ ЭЛЕКТРОСАМОЛЁТ СОБИРАЕТСЯ В ПОЛЁТ!

В традиционной авиации борьба идёт за новые виды топлива. В Институте имени Н. Е. Жуковского проводят испытания электросамолёта со сверхпроводниковым электродвигателем, опережающим зарубежные аналоги на 3–5 лет



## 11 СДЕЛАНО В РОССИИ

СЕЛЬХОЗПРОГНОЗ ОТ «СИБИРСКОГО ТИГРА». В поля Сибири вышел созданный молодыми специалистами многофункциональный автономный сельскохозяйственный робот. Он мониторит состояние растений, следит за поливом, предсказывает время сбора урожая. Работает до 16 часов на одной подзарядке

## 12 Михаил БИРЮКОВ. ЭЛЕКТРОМАГНИТ.

Завершены испытания первого российского крупнотоннажного грузовика «Москва», переданного в опытную эксплуатацию вместе с зарядной станцией



## 14 ИСТОРИЧЕСКАЯ СЕРИЯ

Сергей ГЕОРГИЕВ. КОРАБЕЛЬНЫЙ ВЕРТОЛЁТ КАМОВ КА-27

## 16 УПРАВЛЕНИЕ РИСКАМИ

Гядиминас ЖЕМЯЛИС. ИЗБАВИМСЯ ОТ «СИНДРОМА ГИНДЕНБУРГА». Криогенная авиация должна была начать с преодоления водородной боязни... Однако потенциал водородного топлива неоспорим, считает эксперт, поскольку он доказал свои очевидные преимущества в автомобилях

## 18 Анатолий БИРШЕРТ. ПЛОСКИЙ ШТОПОР.

Снизить число авиакатастроф можно правильным выводом лайнера из спирального и плоского штопора. Какие двигатели задействовать при нестандартном состоянии воздушной среды, рассказывает автор

## 24 НЕОБЫКНОВЕННОЕ РЯДОМ

...И УВИДЕТЬ НЕБО В НАНОАЛМАЗАХ!

## 26 ИНТЕРВЬЮ

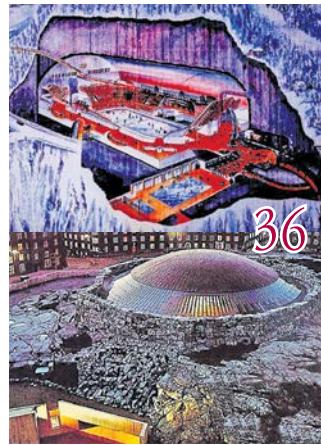
Игорь КИСЕЛЕВ. ЧЕЛОВЕК ДЕСЯТИ ИЗМЕРЕНИЙ. Посвящается памяти выдающегося астронома Константина Холшевникова. Он исследовал гравитационные потенциалы небесных тел, защитил Клавдия Птолемея от необоснованных нападок, и от него



нам досталось бесценное наследство — серьёзная научная школа «Небесной механики», одним из выпускников которой и был наш автор

## 32 ОКНО В БУДУЩЕЕ

**Татьяна КАЧУРА.** ИЗМЕНИТЬ МИР, СОХРАНИТЬ ПЛАНЕТУ. Как деревья разговаривают друг с другом? Делятся ресурсами? Как защищают или атакуют друг друга, своих врагов? Интерактивное знакомство с чудесами природы и цивилизации предлагает своим посетителям и участникам грандиозное мировое шоу ЭКСПО-2020 в Дубае



36

## 36 ИНЖЕНЕРНОЕ ОБОЗРЕНИЕ

**Леонид КАУФМАН.** ПОДЗЕМНЫЕ ДВОРЦЫ ОБЩЕСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ, ч. 1. КАК СТРОЯТ МУЗЕИ, СТАДИОНЫ, КАЗИНО В СКАНДИНАВИИ. Всё меньше остаётся на Земле мест, пригодных для комфорtnого проживания. Градостроители вынуждены на больших глубинах размещать уникальные объекты. Об особенностях взрывных работ под существующими городами, об инновационных способах изоляции городских фундаментов от притока грунтовых вод, об уникальном дизайне подземелей рассказывает наш автор

## 48 ВОКРУГ ЗЕМНОГО ШАРА

### 50 МИР УВЛЕЧЕНИЙ

**Елена ЧУЛКОВА.** ВЕЙСЯ ВЕРЕТЁНЦЕ, ВЕСЕЛО КРУЖИСЬ, ч. 2. Немногие умеют бить и чесать шерсть да прядь — на самопрялке, веретеном. А пряжа Елены Молостова спрятёт и на... карандаше! С мужем Денисом супруги адаптируют древний прядильный промысел под реалии наших дней



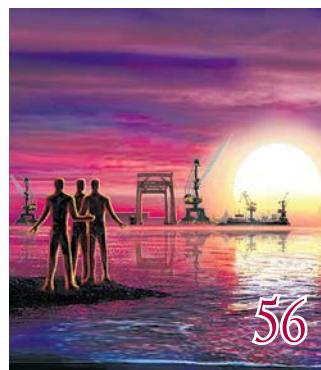
50

## 56 КЛУБ ЛЮБИТЕЛЕЙ ФАНТАСТИКИ

**Андрей АНИСИМОВ.** ИГОЛКА  
**Валерий САБИТОВ.** ЗЕРКАЛО ИЗ АНДАЛУСИИ  
**Владимир МАРЫШЕВ.** ВОЗВРАЩЕНИЕ

## 64 СДЕЛАНО В РОССИИ

ЗАПУСК НАУЧНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО МОДУЛЯ НА МКС ПЛАНРИУЕТСЯ В 2024 ГОДУ



56



32

**Техника — молодёжи**  
Научно-популярный журнал  
Периодичность — 16 номеров в год  
С июля 1933 года

**Главный редактор**  
Александр Николаевич Перевозчиков

**Зам главного редактора**  
Валерий Поляков

**Научный редактор**  
Михаил Бирюков  
mihailbir@yandex.ru

**Обозреватели**  
Сергей Александров, Юрий Егоров,  
Юрий Ермаков, Татьяна Новгородская

**Юнкор** Анастасия Жукова

**Корпункты**

В Сибири: Игорь Крамаренко (г. Томск)  
В Московской обл.: Наталия Теряева  
(г. Дубна) nteriaeva@mail.ru

В Европе: Сергей Данилов (Франция)  
sdanon@gmail.com

**Дизайн и вёрстка** Артём Полещук

**Обложка** Елена Морозова

**Корректор** Татьяна Качура

**Директор по развитию и рекламе**  
Анна Магомаева  
razvitiie.tm@yandex.ru

**Учредитель, издатель:**  
АО «КОРПОРАЦИЯ ВЕСТ»  
Генеральный директор АО «Корпорация  
Вест» Ирина Ниниторанта  
+7 (965) 263-77-77

**Адрес издателя и редакции:**  
Москва, ул. Петровка, 26, стр. 3, оф. 3  
Для переписки: 141435 Московская область,  
г. Химки, мк-рн Новогорск, а/я 1255  
Эл. почта: tns\_tm@mail.ru  
Реклама +7 (963) 782-64-26

**Сроки выхода:**  
в печать 5.07.2021; в свет 15.07.2021  
Отпечатано в типографии «Риммини»  
г. Нижний Новгород, ул. Краснозвёздная, 7а  
Заказ № 1651

### ПОДПИСНЫЕ ИНДЕКСЫ НАШИХ ИЗДАНИЙ:

**Каталог ПОЧТА РОССИИ**  
НЕизвестная История — ПМ505

Оружие — П9196  
Техника — молодёжи — П9147

**ОБЪЕДИНЁННЫЙ КАТАЛОГ**  
Пресса России

НЕизвестная История — 79121  
Оружие — 26109

Техника — молодёжи — 72098

Подписка в редакции на бумажные,  
а также электронные версии ТМ, Оружие,  
НЕизвестная История см. на последней обл.

Свидетельство о регистрации СМИ:  
ПИ № ФС 77-42314 выдано Роскомнадзором  
11.10.2010.

Общедоступный выпуск для небогатых.

© «Техника — молодёжи» 10/2021 (1073)

ISSN 0320-331X

Тираж: 19 650 экз.

Цена свободная

# Тройка за поведение. Инновационное...



Наука и культура в России лидируют по количеству инноваторов

Социологи из НИУ ВШЭ установили, что новые идеи и рационализаторские предложения на рабочем месте предлагаются лишь 6,3% сотрудников российских компаний. При этом максимальное количество инноваторов наблюдается в сфере науки и культуры, а также тяжёлой промышленности. Меньше всего людей, желающих привнести улучшения в деятельность своей организации, оказалось в силовых структурах. В армии, правоохранительных органах и госбезопасности их всего 0,4%. Результаты исследования представлены на XXI Апрельской международной научной конференции в НИУ ВШЭ.

Существует два типа инноваторов — генерирующих идеи, осмысляющих текущие практики и методы работы, а затем предлагающих способы их рационализации или даже замены. Первый: институциональные инноваторы — им по должности положено придумывать ноу-хау; второй — инноваторы-добровольцы, предлагающие нововведения по личной инициативе.

Однако внедрение их предложений зависит от инфраструктуры и климата внутри организации. Руководство, трудовой коллектив, корпоративная культура и система управления могут как поощрять новации, так и активно им сопротивляться, тормозить их распространение или даже уничтожать инициативу в зародыше. В целом, российские предприятия инновационным настроем не отличаются — активны в этом направлении лишь 9% из них.

Социологи из НИУ ВШЭ Алена Нефедова и Марина Чернышева изучили и обобщили данные «Мониторинга инновационного поведения» — специального модуля всероссийского исследования RLMS-HSE. Опрос проводился в 2019 году. Всего были проанализированы ответы свыше 4,1 тысяч жителей России в возрасте от 18 до 65 лет, работающих по найму на предприятиях и в организациях.

Выяснилось, что только 6,3% сотрудников российских компаний обращаются к руководству с новыми идеями. Около 80% инноваторов выдвигают рацпредложения исходя из собственного опыта. На втором месте — опыт коллег, на него опирается почти каждый





четвертый. В большинстве случаев (77%) инноваторы хотят усовершенствовать внутренние процессы в компании. Это могут быть проекты по снижению производственных затрат, улучшению дистрибуции, управления, систем мотивации и вознаграждения персонала.

Реже прочего (18%) наёмные работники задумываются над созданием новых товаров и услуг. Хотя именно такие инициативы получают практическое воплощение чаще остальных. При этом шансы внедрить свои предложения гораздо выше у институциональных инноваторов. Обычно им это удается почти в 60% случаев. А вот у добровольцев вероятность воплотить в жизнь свою личную инициативу в два раза ниже. Лишь треть всех их идей реализуется на практике.

Наиболее интересным результатом исследовательниц стало распределение инноваторов по отраслям промышленности и видам деятельности. Оказалось, что институциональных инноваторов (по должности) меньше всего в сельском хозяйстве и особенно в силовых ведомствах — 1,1% и 0,4% соответственно. А вот больше всего в сфере науки и культуры — аж 6%.

В то же время, с личной инициативой среди силовиков уже не так всё плохо — идеи есть у 3,2% сотрудников. Хуже всего с инноваторами-добровольцами в аграрном секторе — 0,5% и, как ни странно, в образовании (2,4%) и здравоохранении (3%). Лучше всего

по-прежнему в науке и культуре — 8,2%. Неплохо и в лёгкой промышленности — 4,2%.

Прямо сейчас — в условиях пандемии — ведомствам в таких сферах как здравоохранение или обеспечение правопорядка приходится работать в совершенно уникальных условиях, под которые требуется адаптироваться и учиться многим вещам на ходу. Здесь крайне важна инициатива снизу, как, например, в имплементации новых практик лечения COVID-19 и распространении их по всем медицинским учреждениям страны или в проверке цифровых пропусков в случае с правоохранительными органами. Возможно, недоучёт новых реалий как раз связан с отсутствием в правоохранительных органах институциональных инноваторов,



в чьи задачи и должна входить адаптация сложившихся подходов к новым вызовам.

Особую важность здесь приобретает инновационный менеджмент в организациях. Как показало исследование, в России далеко не во всех организациях действуют специальные механизмы для сбора идей, а руководство не всегда приветствует «самоорганизацию работников для решения нестандартных задач». Только каждый пятый участник опроса сообщил, что на предприятии есть ответственные за инновации, и лишь каждый шестой — что новаторство поощряется, в том числе финансово. Хотя более половины респондентов (55%) отметили, что могут свободно высказывать предложения, в том числе руководству компаний (47%). ■



# Шифровка распознана «жидким светом»!

Что общего между светом и жидкостью?

Между потоком фотонов, которые движутся строго по прямой, никак не взаимодействуя друг с другом и хаотическим набором атомов и молекул, которые то и дело сталкиваются, образуя капли и водовороты?

Физику Алексею Кавокину и его коллегам из СПбГУ удалось невозможное: подобрать такие условия, при которых свет начинает вести себя как жидкость!

«Жидким светом» легко управлять: переливать из сосуда в сосуд, сообщать ему поступательное или вращательное движение, использовать для переноса информации.

Носители электрического заряда впрыскиваются в полупроводниковый микрорезонатор через металлические контакты. Встречаясь, они образуют экситоны. Излучая и перепоглощая свет, экситоны рождают светожидкость, которая формирует конденсат. Свет, излучаемый таким конденсатом, — это уже лазерный свет: когерентный, монохроматический, поляризованный. Светожидкость может образовывать конденсаты Бозе–Эйнштейна (многочастичные когерентные состояния вещества), на основе которых можно делать новые лазеры — поляритонные лазеры.

Экситонные поляритоны — квазичастицы «жидкого света» — обладают свойствами как света, так и обычных материальных частиц.

Разработки Алексея Кавокина и его коллег связаны с созданием поляритонной платформы для квантовых вычислений. Одно из главных её преимуществ — возможность проводить квантовые вычисления при комнатной температуре. Поляритонный лазер, работающий на открытом Алексеем Кавокиным и его коллегами принципе бозе–эйнштейновской конденсации экситонных поляритонов при комнатной температуре, позволяет создавать кубиты — базовые элементы кван-



товых компьютеров. Кубиты реализуются методом лазерного облучения искусственных полупроводниковых структур — микрорезонаторов.

В новом исследовании учёным удалось впервые экспериментально наблюдать, как в самом тонком в мире полупроводнике — тончайшем слое кристалла диселен-

нида молибдена ( $\text{MoSe}_2$ ) толщиной всего в один атом — формируется конденсат Бозе—Эйнштейна, то есть десятки тысяч квантов «жидкого света», точное имя которых — экситонные поляритоны. Эти частицы обладают свойствами как света, так и обычных материальных частиц, и их можно использовать в качестве носителей информации. То есть вместо электронов по микросхемам любых электронных устройств может бегать электрически нейтральная светожидкость. Поляритонные приборы позволят обрабатывать огромные потоки информации со скоростью, близкой к скорости света.

«Конденсат Бозе—Эйнштейна был получен в полупроводниковом микрорезонаторе, содержащем слой нового кристаллического материала диселенида молибдена толщиной в один атом. Локализация света в слое такой малой толщины была достигнута впервые, — рассказал об открытии профессор Алексей Кавокин. — В результате этого исследования могут быть созданы новые типы лазеров, основанные на двумерных кристаллах, позволяющие создавать кубиты — квантовые транзисторы, основу квантового компьютера, работающего на светожидкости».

Замена электрического тока световым в компьютерных процессорах позволила бы сэкономить миллиарды долларов.

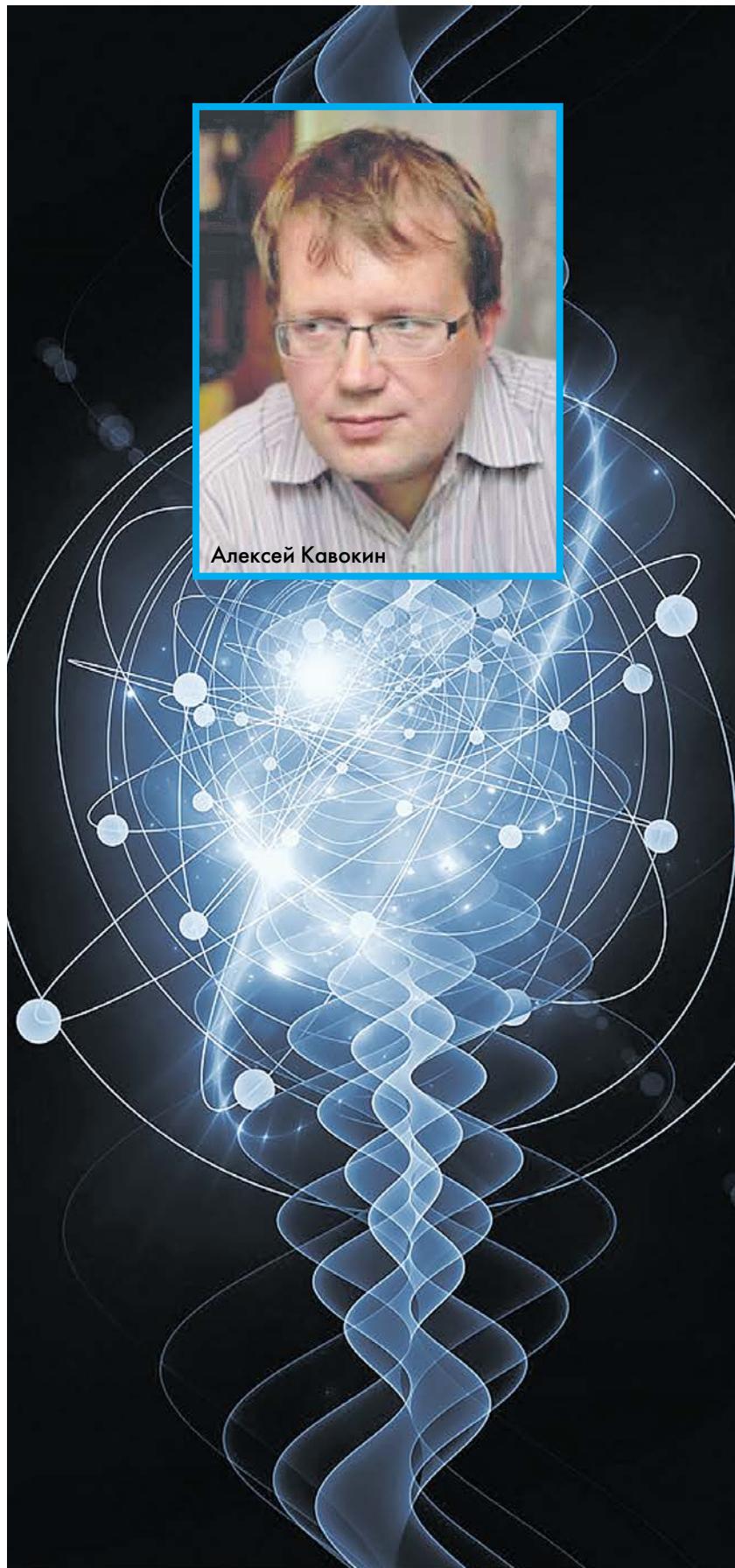
Важно понимать почему квантовые компьютеры называют сегодня атомной бомбой XXI века, ведь они открывают огромные возможности не только в области, например, создания новых лекарств, но и в области кибератак. Имея компьютер с такими мощностями, можно разгадать практически любой шифр, поэтому перед учёными сегодня также стоит важная задача защиты квантовых устройств — квантовой криптографии, в которой открытия Алексея Кавокина и его коллег также играют очень важную роль. Результаты исследования опубликованы в научном журнале *Nature Materials*.

Сегодня Алексей Кавокин руководит лабораторией Оптики спина СПбГУ, возглавляет группу квантовой поляритоники в Российском квантовом центре, заведует кафедрой нанофизики и фотоники в британском Университете Саутгемптона.

В исследовании приняли участие физики из Бюргерского университета (Германия), Калифорнийского университета в Мерседе (США), Университета Вестлейка (Китай), Университета штата Аризона (США), Национального Института материаловедения (Япония) и Санкт-Петербургского государственного университета (Россия). ■



Алексей Кавокин





Анастасия ЖУКОВА

# НАШ ЭЛЕКТРОСАМОЛЁТ СОБИРАЕТСЯ В ПОЛЁТ!

Высокие цены на нефть (как следствие, и на авиационный керосин) заставляют авиакомпании экономить топливо. А ужесточившиеся эконормы требуют выбирать более экологичные и энергоэффективные силовые установки. Казалось бы, современные лёгкие и тихие турбовентиляторные двигатели пока не имеют альтернатив... Но, похоже, у них появился достойный конкурент: в начале февраля в Новосибирске приступили к испытаниям первого в мире сверхпроводящего авиационного электродвигателя!

Двигатель мощностью 500 кВт (679 л.с.) был установлен на самолёт Як-40. В феврале выполнили только пробег по взлётно-посадочной полосе — чтобы проверить работоспособность летательного аппарата, его силовых установок, систем и оборудования. Далее планируются лётные испытания самолёта и его представление на авиасалоне МАКС-2021.

Двигатель — часть гибридной силовой установки, разработанной Центральным институтом авиационного моторостроения им. П. И. Баранова в рамках госконтракта с Минпромторгом России. Кроме электродвигателя в состав установки входит 100-килограммовый электрогенератор мощностью 400 кВт, ранее прошедший испытания в составе турбогенератора на базе серийного турбовального авиадвигателя.

В носовой части самолёта разместили сам электродвигатель с воздушным винтом, использующий эффект высокотемпературной сверхпроводимости и криогенную систему. А один из трёх «стандартных» двигателей в хвостовой части самолёта заменили на турбовальный газотурбинный с электрогенератором. «Хвостовой» двигатель разработал Центральный институт авиационного

моторостроения им. П. И. Баранова вместе с Уфимским авиационным техническим университетом. Для питания электродвигателя в центральную часть фюзеляжа встроили литий-ионные аккумуляторные батареи.

Чтобы обзавестись электродвигателем, Як-40 не обошёлся без спецподготовки: два оставшихся «классических» маршевых двигателя воздушного судна заменили на современные с большей тягой и несколько доработали конструкцию самолёта.

Испытания инновации проходят в рамках проекта «Контур», работа над которым ведётся с 2016 года. Уже через год на авиасалоне МАКС был впервые представлен макет установки на базе сверхпроводникового двигателя. А использовать для испытаний электродвигателя Як-40 решили в 2018 году. Тогда же Сибирский научно-исследовательский институт им. С. А. Чаплыгина создал и испытал в аэродинамической трубе модель новейшей летающей лаборатории, получившейся из старого самолёта.

Цель «Контура» — создание электроэнергетических систем на основе принципа сверхпроводимости и разработка технологии производства высокотемператур-



ных сверхпроводников (ВТСП) в виде ленты, или ВТСП-ленты. В ВТСП-материалах плотность тока более высокая, что позволяет улучшить основные характеристики электродвигателей и кабелей. В будущем технология может помочь вдвое повысить удельную мощность электрических машин, а при использовании электродвигателей в гибридных силовых установках значительно сэкономить расход топлива (в будущем до 75%) — привет экономико-экологическим запросам XXI века! Финальная цель — создание полностью электрических самолётов, вертолётов, морских судов и поездов.

Инновационный электроавиадвигатель на высокотемпературных сверхпроводниках создала компания «СуперОкс» в рамках контракта с Фондом перспективных исследований. Сообщается, что организация также сотрудничала с немецкой компанией Oswald Elektromotoren GmbH. До установки на самолёт система проходила успешные испытания на наземных стендах в институте: в условиях имитации взлёта и посадки, заряда и разряда аккумулятора в полёте, а также в аварийном режиме. Подпитывался двигатель исключительно от специальной высокомощной аккумуляторной батареи.

В основе разработанной системы — единая высокотемпературная сверхпроводниковая платформа, состоящая из аккумуляторной батареи, ВТСП-кабеля, ВТСП-токограницивающего устройства и собственно ВТСП-электродвигателя.

Вращение авиационного синхронного двигателя происходит за счёт электромагнитного поля с использованием высокотемпературных сверхпроводников. Благодаря сверхпроводникам двигатели на их основе получаются именно такими, как требуют постулаты нашего времени — сверхмощными и энергоэффективными, но при этом небольшими, малошумными и лёгкими. И экологичными — электричество, как известно, не дымит и не загрязняет атмосферу.



Высокотемпературная сверхпроводимость — явление, при котором электрическое сопротивление материалов стремится к нулю в условиях сравнительно больших температур для процесса сверхпроводимости\* (диапазон выше 30 К — около  $-243^{\circ}\text{C}$ ). Благодаря данному явлению в обмотках электродвигателя создаётся почти нулевое сопротивление, причём при относительно высоких температурах... до  $-200^{\circ}\text{C}$ . Низкое сопротивление току дарит высокий КПД электродвигателя (предположительно до 0,98) и низкий расход заряда батарей, что в электроавиации крайне важно.



В результате февральского испытания подтвердилась правильность избранных технических решений. Всё авиационное оборудование корректно работало «в связке» с электродвигателем. Также были изучены условия электромагнитной совместимости бортового и сверхпроводникового оборудования, проверены основные режимы работы электродвигателя и его систем: захолаживание, пуск, остановка, работа под нагрузкой.

Пока самолёт «разбежался» всего до 140 км/ч, так как сейчас главная цель испытаний — не полёт, а максимально точная отладка работы связки «генератор, батарея, электромотор» для достижения максимального КПД.

«Это историческое событие. На сегодняшний день в гражданской авиации технологии исчерпаны, и идёт борьба за зелёную авиацию, за будущее авиации, за новые виды топлива. Мы демонстрируем прорыв, это первый шаг к созданию электрического самолёта», — заявил генеральный директор Национального исследовательского центра «Институт имени Жуковского»

\* Различают низкотемпературные и высокотемпературные сверхпроводники. Первые обладают свойством сверхпроводимости при температурах ниже  $-196^{\circ}\text{C}$  (или 77 К). Высокотемпературным сверхпроводникам достаточно температуры выше указанной.

(в состав которого входит Центральный институт авиационного моторостроения им. П.И. Баранова) А. Дутов.

Инновационный российский проект воздушного судна не имеет аналогов в мире. О желании сотрудничать с новаторами уже заявили несколько крупнейших зарубежных авиастроительных компаний, например, Airbus и Siemens.

«Основным национальным достижением в области силового электродвижения можно считать создание единой системы энергообеспечения и электродвижения с использованием технологий сверхпроводимости, аналогичных которой ни серийно, ни на уровне демонстраций зарубежными конкурентами не производится», — сообщил Фонд перспективных исследований. Известно, что в создании электросамолёта российские разработчики опережают зарубежных на 3–5 лет.

Создатели сверхпроводникового электродвигателя надеются, что уже через два года смогут создать ещё одну летающую лабораторию — теперь предположительно на базе Ту-114 или Ил-114, которая уже полетит целиком и полностью на электричестве.



В наше время в проекты по исследованию энергоэффективных экологически чистых электрических авиационных силовых установок и созданию электрических лайнеров активно вкладывают даже такие крупные компании, как Airbus и Boeing. Россия — лидер в разработке технологии электродвижения. Данная технология — приоритетное направление развития не только российской гражданской авиации, но и российского оборонно-промышленного комплекса. Если рассматривать оценку в мировых масштабах, авиация может прийти к полноценному серийному использованию электродвигателей к 2030 году.

**Источники:** ТАСС, РИА Новости, «Военное обозрение», «Яндекс.Дзен», pikabu.ru, stimul.online, ЦИАМ, spacegid.com, nplus1.ru, pronso54.ru, aif.ru, ancienthistory.spb.ru, Ростислав Нетисов (фото).

Многофункциональный автономный робот *Siberian Tiger* для сельскохозяйственных работ спроектировали молодые учёные, инженеры и школьники. Машина мониторит состояние растений, следит за поливом, сорняками и предсказывает время сбора урожая. Функционирует до 16 часов без подзарядки.

# СЕЛЬХОЗ-ПРОГНОЗ ОТ «СИБИРСКОГО ТИГРА»

**Е**жегодные потери мирового сельского хозяйствам превышают 70 миллиардов долларов — такова мировая статистика по ежегодным экономическим потерям, связанным с гибелю урожая. Примерно треть всех посевов гибнет от вредителей, болезней культур, сорняков. Своевременный мониторинг посевов позволил бы минимизировать потери, но большие площади требуют колосальных человеческих ресурсов. Здесь на помощь приходят автоматизированные системы, однако и у них есть ряд недостатков: низкая проходимость, ограничения по траекториям передвижения, небольшая ёмкость аккумуляторов и низкая подъёмная сила.

Сборная команда студентов и школьников разработала агроробот *Siberian Tiger*, который, по словам разработчиков, практически по всем параметрам превосходит существующие аналоги.

Этот автономный робот с колёсами, расположеными на четырёх вертикальных осях может перемещаться всенаправленно. При его передвижении работает активная подвеска, каждый рычаг подвески может менять свой клиренс — это позволяет установке легче преодолевать неровности поверхности. Солнечная батарея, генератор и большой литий-ионный аккумулятор обеспечивают до 16 часов работы, электроход и активная подвеска позволяют работу перемещаться в любом направлении. Вес робота — 450 килограммов, мощность — 42 л.с.

Благодаря установленным камерам, он проводит фотосъёмку и детектирует проблемы, результаты пересылает пользователю в специальный бот.

«Система управления работает как тело человека, — рассказывает главный автор разработки, студент НИТУ «МИСиС» Георгий Бондарь. — Есть «мозг», где



идёт обработка изображений, принимаются решения по движению, работают нейронные сети, учитываются значения с датчиков. И есть «спинной мозг»: у робота на каждой поворотной стойке есть микроконтроллер, который управляет драйверами двигателей, собирает информацию датчиков, а также управляет led-матрицами».

Первоначально команда создала маленький прототип *Siberian Tiger*. На тот момент все участники ещё учились в школе, ряд элементов изготовили в лаборатории цифрового производства FabLab НИТУ «МИСиС». Проект также собирается на базе семейной мастерской Бондарь.

«FabLab открыт для школьников — здесь можно сделать макет или прототип изделия не только в рамках наших учебных программ, но и для своего собственного проекта. Особенно впечатляют школьные команды, которые работают над проектами длительное время. С проектом Георгия мы знакомы несколько лет, он развивается, а его участники не только изготавливают в FabLab на машинах 3D-печати и фрезерной резки детали для робота, но и консультируются с нашими инженерами в решении технических задач. Рады помочь, и желаем проекту успешной аprobации», — говорит заместитель директора FabLab НИТУ «МИСиС» Анна Вакулик.

Испытания маленького робота проводились на опытных полях Тимирязевской академии. Тесты большой версии *Siberian Tiger* планируют проводить там же в конце октября 2020 года. Разработчики подчёркивают, что такую мобильную роботизированную платформу можно применять не только в сельском хозяйстве, но и для городских нужд.

В планах команды — создать промышленный образец робота и запустить его в серию. ■



# Электро~~Магнит~~

*Свершилось! В России уже прошёл испытание зимними холодами первый российский крупнотоннажный электрогрузовик по имени MOSKVA, который передан вместе с зарядной станцией в опытную эксплуатацию. Автомобиль создан фирмой Drive Electro, компанией-разработчиком батарей московских электробусов*

## С чего всё началось

**П**о версии заказчика главным стала забота о народе. Это звучит слишком торжественно, но дело в том, что большинство магазинов «Магнита» расположены в жилых домах. Их жителям не очень нравился рёв дизелей ранним утром под окном. Такая вот забота.

При этом, по оценкам экологов, снижение выбросов углекислого газа в атмосферу от одного электрогрузовика может составить почти 87 т в год. А за счёт использования альтернативного вида энергии и низкой изнашиваемости основных узлов стоимость владения электроавтомобилем за 10 лет будет ниже, чем у традиционного дизельного аналога на 20–25%.

Снаряжённая масса электрогрузовика аналогична дизельной машине такого же класса и составляет около 10 т, при грузоподъёмности в 9 т. Максимальная скорость у него аж целых 110 км/ч, а запас хода достигает 200 км, что является одним из самых высоких показателей в мире среди подобных. И это при том, что 40% всех торговых точек «Магнит» в России расположены в радиусе 80 км от распределительных центров. Так что запаса хода но-



вого транспорта вполне хватит на обеспечение свежей продукцией большого количества магазинов.

В дополнение ко всем техническим характеристикам автомобиль оснащён изотермическим фургоном, холодильной установкой, а также гидробортом грузоподъёмностью в полторы тонны.



«Магнит» пока эксплуатирует пилотный образец в тестовом режиме, и он доставляет продукцию из распределительного центра в Дмитрове в московские магазины. В случае успешного завершения тестовой эксплуатации компания примет решение о крупной поставке электротранспорта. На первом этапе этот парк может располагать до 200 таких машин.

Но пока этот полностью электрический грузовик существует в одном экземпляре.

### ЧТО МЫ ИМЕЕМ НА СЕГОДНЯ

Базируется машина на шасси КАМАЗа с мерседесовской кабиной с иным логотипом на решётке и оснащается электромотором мощностью 229 кВт (312 л.с.) с крутящим моментом 1400 Н·м. Энергоёмкость аккумулятора составляет 140 кВт·ч, на одной зарядке он способен обеспечить пробег до 200 км с максимальной скоростью 110 км/ч. Грузоподъёмность — 8 т при полной массе 18 т. Подзаряжать «Москву» можно во время разгрузочных работ и ночью на парковке. При этом в данном случае создатели перешли на литий-феррумфосфатные аккумуляторы (LiFePO4) как более безопасные и дешёвые по сравнению с литий-ионными.

Заряжается это чудо от 380-вольтовой электросети. Зарядка возможна в двух режимах: быстрым (20 мин.) и ночном, который займёт восемь часов. При этом разработчики не уточнили, какой объём заряда АКБ автомобиля наберут в быстром режиме.

**Drive Electro (ООО «НИИКЭУ»)** — частная инженеринговая компания, российский лидер в области проектирования электрических и гибридных систем для коммерческих автомобилей и общественного наземного транспорта.



В автомобильных изданиях указывают ёмкость в кВт·ч, умножая ёмкость в А·ч на напряжение аккумуляторной батареи. Делается это потому, что напряжение батареи меняется в широких пределах от 48V до 800V и параметр А·ч не отражает количество запасаемой энергии. ■

# Корабельный вертолёт Камов Ка-27

**Сергей ГЕОРГИЕВ, рис. АRONA ШEPCA**

Пятнадцатого мая 1970 г. на совещании с руководством ВМФ после окончания первых в СССР глобальных манёвров «Океан» руководитель Ухтомского вертолётного завода Николай Ильич Камов предложил создать более мощный морской вертолёт на замену Ка-25, боевая ценность которого оказалась чрезвычайно высока. Инициатива была одобрена, и сразу началась разработка универсальной амфибии корабельного и берегового базирования. Но создание в США атомных ракетных подлодок нового поколения типа «Огайо» с повышенной ударной мощью и скрытностью заставило сузить круг задач машины.

Чтобы бороться с такими целями, пришлось пожертвовать универсальностью, отдав ряд задач береговым Ми-14. Технические требования были утверждены 28 октября 1971 г.: новый вертолёт должен был выполнять поиск и самостоятельное уничтожение самых современных подлодок противника на расстоянии 200 км от точки вылета 1 час и 25 минут, базируясь на тех же кораблях, что и Ка-25, без их модернизации. Первоначально проекту было присвоено обозначение Ка-252.

Удачная компоновка Ка-25 была сохранена, но в те же размеры удалось вписать гораздо более эффективную прицельно-поисковую систему, включавшую радар «Инициатива-2КМ», опускаемую гидроакустическую станцию «Рось», магнитометр АПМ-73В, приёмник А-100 «Пахра», получавший сигналы от сброшенных самостоятельно или с другого носителя радиогидроакустических буйв и цифровой компьютер, вычислявший положение противника. Новое пилотажно-навигационное оборудование расширило возможности применения вертолёта в тяжёлых погодных условиях. Вооружение включало 10 обычных противолодочных бомб, одну ядерную РЮ-2 или самонаводящиеся торпеды.

Такой рост боевых возможностей обеспечила новая силовая установка с двумя газотурбинными двигателями ТВ3-117ВК, давшая по сравнению с Ка-25 более чем двойной прирост мощности, а электронное управление повысило экономичность. Под них сделали новые несущий винт и главный редуктор почти в тех же размерах, что и на «прототипе».

Первым ведущим конструктором нового вертолёта стал Ю. А. Лазаренко, видную роль в работе сыграли М. А. Купфер, Е. Г. Пак, С. В. Михеев и другие специалисты ОКБ.

Первое висение на вертолёте Ка-252 выполнил 8 августа 1973 г. лётчик-испытатель Ларюшин, а 24 декабря Бездетнов сделал и первый полёт по полному профилю. Испытания пяти опытных образцов шли до 1978 г. и включали в т.ч. 109 полётов с ракетных крейсеров типа «Адмирал Зозуля» и тяжёлого авианесущего «Киев». Хотя не все выявленные недостатки машины удалось к тому времени устранить, вертолёт был принят на вооружение под обозначением Ка-27 в составе авиационного противолодочного комплекса АПЛК-27.

В декабре 1977 г. подготовку серийного производства новой машины начало Кумертауское авиационное производственное объединение – КумАПО и в июле следующего года первые серийные «изделия Д-2» ушли Заказчику. Первыми их получали авианесущие крейсеры проекта 1143, но было обновлено вооружение и ракетных кораблей – атомных крейсеров типа «Киров», БПК «Керчь», «Удалой» и многих других.

До середины 1990-х гг. построили 267 вертолётов всех вариантов, включая опытные и специальные модификации, а также 33 экспортных Ка-28. Их возможности были доведены до уровня, достаточного для борьбы с лучшими на то время субмаринами НАТО. Экипажи Ка-27 действовали во всех широтах от экватора до приполярных, летали в самых сложных метеоусловиях, отрабатывая разнообразные боевые задачи. В проведённых в январе-июне 1987 г. учениях в походе на боевую службу в Средиземное море целями были не только наши подлодки (условный противник), но и субмарины НАТО, причём две из них сопровождались непрерывно 11 ч, хотя они интенсивно маневрировали, всячески пытаясь скрыться.

Конструкторы ОКБ имени Камова, которое после ухода его создателя возглавил Сергей Викторович Михеев, не оставили совершенствование своей машины. Они последовательно устраивали выявленные недостатки, повышали ударный потенциал путём внедрения новых средств поражения – сверхскоростных глубокоходных торпед с ракетными и водомётными движителями АПР-2 «Ястреб», АТ-3 «Орлан» и АПР-3 «Орёл», создавали новые целевые модификации Ка-27.

Опыт создания поисково-спасательного вертолёта Ка-27ПС показал новое направление развития корабельной авиации – флот нуждался в мощном транспортно-боевом вертолёте для десантирования морской пехоты и её огневой поддержки. И такая машина на базе Ка-27 тоже будет создана – об этом речь впереди.

Противолодочный  
вертолёт Ка-27  
Морской Авиации СССР  
из состава авиа группы  
тяжёлого авианесущего  
крейсера  
Краснознамённого  
Тихоокеанского Флота  
«Минск»



*ПТХ вертолёта Ка-27*

Двигатели 2 ТВЗ-117ВК  
по 2225 л.с. на взлёте  
и 1500 л.с. на боевом режиме.

Взлётный вес

нормальный 10 700 кг,  
перегрузочный 12 000 кг,  
топлива 2920 кг.

Скорость максимальная 270 км/ч,  
крейсерская 230 км/ч,

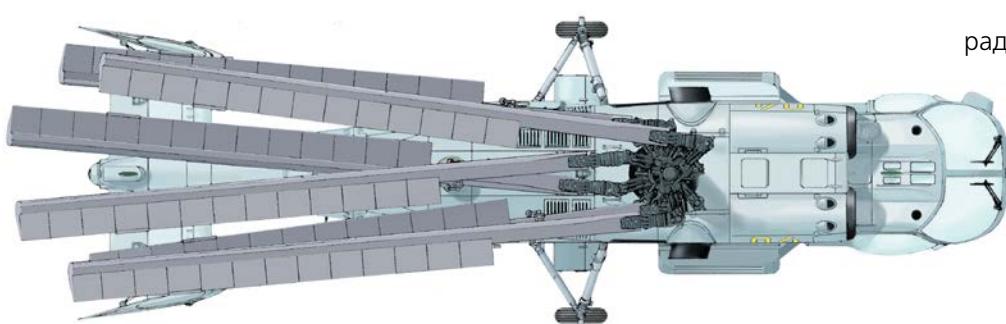
дальность 700 км,  
продолжительность  
полёта 4,5 ч,

патрулирования  
на удалении 200 км  
от корабля – 2,25 ч.

Несущий винт  
соосный,  
2 каскада

по 3 лопасти,  
диаметр 15,9 м,  
длина со сложенным  
винтом 12,25 м,  
высота на стоянке 5,44 м.

ППС «Осьминог»,  
радиогидроакустические буи,  
10 противолодочных  
бомб ПЛАБ-100-120,  
одна РЮ-2 (ядерная)  
или торпеды.  
Экипаж 2 человека



Поисково-спасательный  
и транспортный вертолёт  
Ка-27ПС  
Морской Авиации СССР,  
приписанный к атомному  
тяжёлому  
ракетному крейсеру  
Краснознамённого  
Северного Флота  
«Киров»





**Гядиминас  
Жемялис,**  
основатель  
и председатель  
правления  
«Авиасолюшн групп»

# Избавимся от «синдрома Гинденбурга»

Энергетический кризис, вызванный дефицитом нефти в середине 1970-х годов привёл к активному обсуждению возможности применения альтернативных видов топлива. А для XXI века с его экологическими проблемами эта тема, пожалуй, ещё более актуальна. К тому времени уже был наработан опыт 1950-х годов по эксплуатации ВВС США самолётов Б-57 на водородном топливе, а в 1980-х годах Конструкторское бюро им. А. Н. Туполева переоборудовало самолёт Ту-155 под водородную газовую турбину. И если сегодня интерес к водороду связан с решением экологических проблем, то у туполевцев превалировали соображения экономического характера – относительно недорогое производство топлива с использованием ядерной энергии сделало водород привлекательной альтернативой

**В**оздушной одним из основных источников загрязнения окружающей среды является авиационный керосин, поэтому пришло время обратить внимание на более экологичные виды топлива, которые должны быть насколько доступными и экономическими, настолько и безопасными. Модернизировать авиационную отрасль, заменив нынешнее авиационное топливо, может водород.

Водород в качестве энергоносителя для самолётов обладает несколькими замечательными качествами, такими как минимальное загрязнение, доступность во всём мире, что делает его подходящим для авиационной отрасли. По сравнению с литий-ионными аккумуляторами водород имеет большую удельную энергоёмкость как по весовым, так и по объёмным параметрам. Ожидается, что факторы, связанные с использованием водорода как авиационного топлива, будут стимулировать рост мирового рынка водородных самолётов в течение многих лет. По прогнозам объём этого рынка в 2030 году достигнет 27,68 млрд долл. США, а до 2040 года – 174,02 млрд долл. США.

Однако использование водородного топлива сопряжено с рядом проблем. Из-за более низкой удельной энергоёмкости водород требует гораздо больше места, чем ископаемое топливо. Его необходимо охлаждать до минус 253 °С, чтобы ради экономии места он оставался

в жидком состоянии, – температуры, которую очень трудно обеспечить. Для хранения топлива самолёт Ту-155 имел большой бак с водородом в задней части пассажирского салона, занимавший около трети его объёма. Чтобы самолёт Туполева мог работать на водороде, в него было добавлено 30 новых систем. На борту поставили три двигателя: два классических турбореактивных и один НК-88 – экспериментальный турбореактивный, работавший на водороде или природном газе.

На самолёте было выполнено более 100 полётов – часть из них на водороде, остальные – на природном газе. Выполнялись даже международные рейсы: Москва – Ганновер и Москва – Братислава – Ницца. В течение многих лет разрабатывался проект Ту-156, в котором должна была использоваться доработанная версия двигателя на природном газе (НК-89). В конечном итоге программа была прекращена, скорее всего, из-за распада Советского Союза.

На практике, при всех своих достоинствах, криогенная авиация оказалась не таким уж простым проектом. Водород заслужил репутацию самого взрывоопасного топлива. Довольно длительное время имела место своего рода водородная боязнь. Этот феномен даже получил имя – «синдром Гинденбурга» в память о гибели в 1937 году дирижабля «Гинденбург», наполненного водородом. Такая переоценка реальной опасности во-

дорода сдерживала развитие водородной энергетики. Поэтому недооценивать опасность водорода не стоит. А экспериментальные полёты Ту-155 дали бесценный опыт для дальнейшего усовершенствования авиационных криогенных топливных систем.

Для самолётов водород можно использовать двумя способами: в качестве источника топлива для топливных элементов, когда водород, реагируя с кислородом, вырабатывает электроэнергию, на которой работает двигатель, или непосредственно в качестве источника топлива в модифицированном двигателе. «Эйрбас» рассматривает оба этих метода. Компания представила три модели модифицированных самолётов, которые будут работать на водороде, и уже взяла на себя обязательство ввести в эксплуатацию первый самолёт к 2035 году.

Но использование водорода не лишено и конструктивных трудностей. Самым большим ограничением

В настоящее время использование водорода в авиации находится на начальной стадии. В 2008 году «Боинг» запустил первый самолёт с водородным двигателем, а «ЗероАвиа» в 2020 году — первый в мире коммерческий самолёт с водородным двигателем. Но основным игроком в отрасли, уже работающим над выводом на рынок самолёта с водородным двигателем, является «Эйрбас».

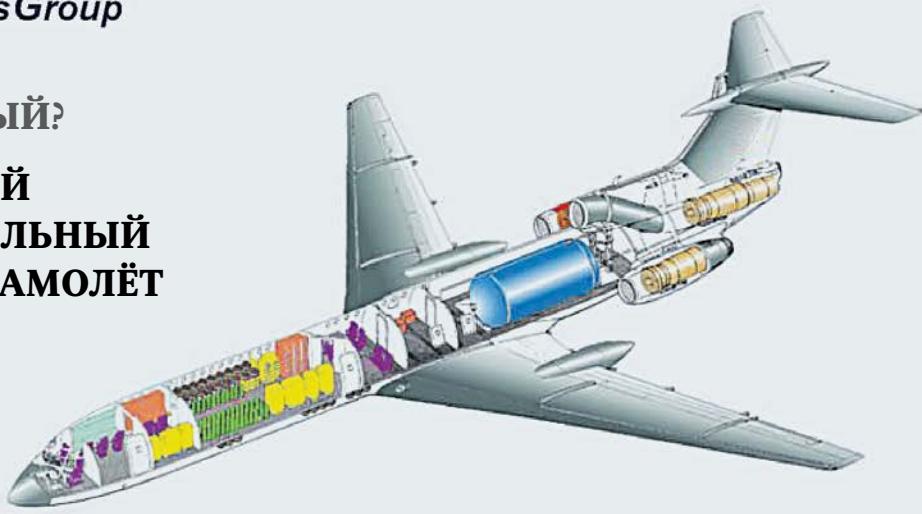
Хотя водород ещё не получил широкого распространения в авиации, он уже доказал свои преимущества в автомобилях. Бак автомобиля «Тойота Мирай» с водородным двигателем весит 87,5 кг и вмещает 5 кг водорода, так что общий вес 92,5 кг позволяет проехать 500 км. В то же время «Тесла Модел 3» с аккумулятором весом 321 кг может проехать всего 430 км, а это означает, что 1 кг водорода позволяет автомобилю проехать 5,4 км, а 1 кг аккумулятора — всего 1,33 км. Кто знает,



**Avia Solutions Group**

## «ЭЙРБАС» ПЕРВЫЙ?

### ТУ-155 – ПЕРВЫЙ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ ВОДОРОДНЫЙ САМОЛЁТ



Ту-155 был первым в мире экспериментальным самолётом, работающим на водороде. Первый полёт состоялся 15 апреля 1988 года. Нулевой выброс углекислоты

использования водорода в качестве топлива является хранение. Если сравнивать жидкий водород с реактивным топливом, то его удельная энергоёмкость меньше в четыре раза, а это означает, что для того же количества энергии ему требуется бак вчетверо большего размера. Таким образом, чтобы обеспечить хранение дополнительного количества топлива, самолёт нуждается в перепроектировании.

Кроме того, потребуется создать целую новую инфраструктуру для транспортировки и хранения водорода в аэропортах. Но поскольку водород можно извлекать из воды, аэропорты могут производить собственное водородное топливо, тем самым уменьшая потребность в его транспортировке, а также исключая соответствующие выбросы и возможные угрозы безопасности.

может быть, авиация станет следующей отраслью, которая докажет эффективность водорода?

Потенциал водорода в качестве авиационного топлива неоспорим, но многое ещё предстоит сделать. Постоянно растущее внимание в авиации к рациональному использованию ресурсов будет стимулировать воплощение самолёта с водородным двигателем в реальность.

Исследователи могут ошибаться на десятки лет, но запасы нефти рано или поздно будут исчерпаны. Та страна, учёные и специалисты которой первыми найдут эффективные решения в области перспективных источников энергии, получит преимущество. Одно остаётся бесспорным: Россия владеет уникальным опытом в этой области и всегда была богата на талантливых учёных и изобретателей. ■

# Плоский штопор

**Анатолий БИРШЕРТ, к.т.н.**

**X**отя по относительной аварийности (число жертв при перевозке 1 млн пассажиров на расстояние 100 тысяч км) воздушный транспорт гораздо безопаснее автомобильно-автобусного, почти каждая авиационная катастрофа приобретает в обществе резонансный характер, поскольку в ней погибает одновременно большое число пассажиров. В качестве основных причин авиакатастроф специалисты выделяют отказы техники, нестандартное состояние воздушной стихии и т.н. человеческий фактор, связанный с нарушением пилотами правил полётов и дающий наибольший процент аварийности. Здесь мы рассмотрим, можно ли снизить число авиакатастроф, вызванных нестандартным состоянием воздушной среды. Для начала вспомним несколько резонансных авиакатастроф.

Прежде всего, это авиакатастрофа 22 августа 2006 года под Донецком российского авиалайнера Ту-154 авиакомпании «Пулковские авиалинии», выполнившего регулярный рейс Анапа – Санкт-Петербург. На подлёте к Донецку путь лайнера преградил мощный грозовой фронт, увеличившаяся высота которого (13 000 метров) не была доведена до экипажа. Командир корабля был оповещён только о том, что высота грозового фронта составляет 11 000 метров (попадание в грозовой фронт может привести к самым непредсказуемым результатам,

включая гибель самолёта). У пилота было несколько вариантов продолжения полёта, исключающих попадание тяжёлой машины в грозовой фронт: возвращение в Анапу, посадка в Донецке, резкое изменение курса для обхода грозы и, наконец, набор высоты с целью пролёта выше грозового фронта. Возвращение в Анапу и посадка в Донецке ломали расписание полёта и снижали доходность авиакомпании, а отсюда и зарплату пилотов. Резкое изменение курса к востоку было заблокировано украинской службой радиолокационного сопровождения, для которой такой манёвр сокращал зону сопровождения лайнера на 200 км (оплата за радиолокационное сопровождение пропорциональна длине маршрута лайнера над территорией суверенного государства).

В сложившейся ситуации командир корабля принял решение пройти выше грозового фронта, высота которого, по его данным, составляла 11 000 метров. С этой целью он заблаговременно занял эшелон 11 800 метров, что обеспечивало прохождение лайнера над грозой (максимальная разрешённая высота для этого типа самолётов составляет 10 300 м). Что же произошло дальше? По сообщениям СМИ, основанных на расшифровке чёрных ящиков, Ту-154, шедший на эшелоне 11 800 метров, попал в аэродинамический



Общий вид мемориала на месте катастрофы под Донецком российского авиалайнера Ту-154 авиакомпании «Пулковские авиалинии», 22 августа 2006 года выполнившего регулярный рейс Анапа — Санкт-Петербург

подхват, который всего за 10 секунд подбросил лайнер до 12 794 метров с одновременным выходом на закритические углы атаки и последующим сваливанием в плоский штопор. Причина аэродинамического подхвата — попадание самолёта в возбуждённую атмосферу грозового фронта.

Говоря простым языком, находившийся на сверхпредельной высоте (11 800 м) лайнер попал в воздушный вихрь грозового фронта, в результате действия которого машина была подброшена вверх почти на 1000 метров, при этом она самопроизвольно задрала нос выше допустимого предела, что привело к срыву потока воздуха с воздухозаборников двигателей, которые тут же заглохли. Лишённый тяги, лайнер стал проваливаться вниз, его траектория в процессе падения перешла в плоский штопор. Через 10 минут лайнер врезался в землю. На его борту находилось 160 пассажиров (из них 45 — дети) и 11 членов экипажа.

Далее мы вспомним гибель над Атлантическим океаном в ночь с 1-го на 2-е июня 2009 года авиалайнера A-330-203 компании Air France, выполнившего регулярный рейс Рио-де-Жанейро — Париж. Этот самолёт тоже попал в зону сильной турбулентности атмосферы, что в конечном счёте привело к увеличению угла атаки (вертикальная составляющая между продольной осью корабля и вектором набегающего воздушного потока) до 40 градусов. Как следствие такого завышенного угла атаки произошло резкое падение подъёмной силы самолёта из-за срыва воздушного потока с крыла, и самолёт перешёл в режим сваливания. Падение самолёта с высоты 11 600 метров продолжалось 3,5 минуты, после удара о воду самолёт развалился на фрагменты и затонул. На борту A-330-203 находилось 216 пассажиров и 12 членов экипажа.

Чёрные ящики, поднятые со дна океана через два года после катастрофы, подтвердили, что экипаж, дейст-

вую в условиях тропической ночи, не смог за имеющиеся у него 3,5 минуты вывести лайнер из режима сваливания, т.е. он не смог уменьшить угол атаки и увеличить скорость самолёта (двигатели A-330-203 продолжали работать с уменьшенной наполовину тягой до входа самолёта в воду).

Наконец, вспомним о гибели в ночь на 28 декабря 2014 года над Яванским морем вблизи острова Борнео лайнера A-320-200 компании AirAsia, выполнившего регулярный рейс Индонезия — Сингапур. Причина гибели этого самолёта — тоже попадание в штормовое облако, где атмосферные вихри подбросили его вверх, после чего самолёт попал



Гибель над Атлантическим океаном в ночь с 1-го на 2-е июня 2009 года авиалайнера A-330-203 компании Air France, выполнившего регулярный рейс Рио-де-Жанейро — Париж. Поисковые работы



Гибель в ночь на 28 декабря 2014 года над Яванским морем вблизи острова Борнео лайнера A-320-200 компании AirAsia, выполнившего регулярный рейс Индонезия — Сингапур. На палубу подняты обломки рейса 8501 (хвостовая часть)

в режим сваливания. Эта катастрофа унесла жизни 155 пассажиров и 7 членов экипажа.

Что такое «сваливание» современного лайнера? Сваливание в авиации – это резкое падение подъёмной силы в результате нарушения нормальных условий обтекания крыла воздушным потоком (срыва потока с крыла). В результате для самолёта нарушается равновесие между подъёмной силой крыла и силой земного тяготения, в результате чего самолёт начинает терять высоту. К сваливанию приводит превышение максимально допустимых углов атаки, что может произойти в результате падения скорости

Что такое «плоский штопор» многотонного лайнера? При плоском штопоре (в отличие от нормального штопора, когда самолёт неуправляемо снижается по спирали) самолёт с выключившимися двигателями как бы боком съезжает с крутой горки. Носовая часть самолёта ориентирована при плоском штопоре вверх (до 30° к горизонту). Такая диспозиция самолёта относительно набегающего потока воздуха не позволяет пилотам запустить двигатели, без работы которых лайнер превращается в игрушку воздушной стихии. Время падения машины с высоты 10 000 м – около 10 минут.

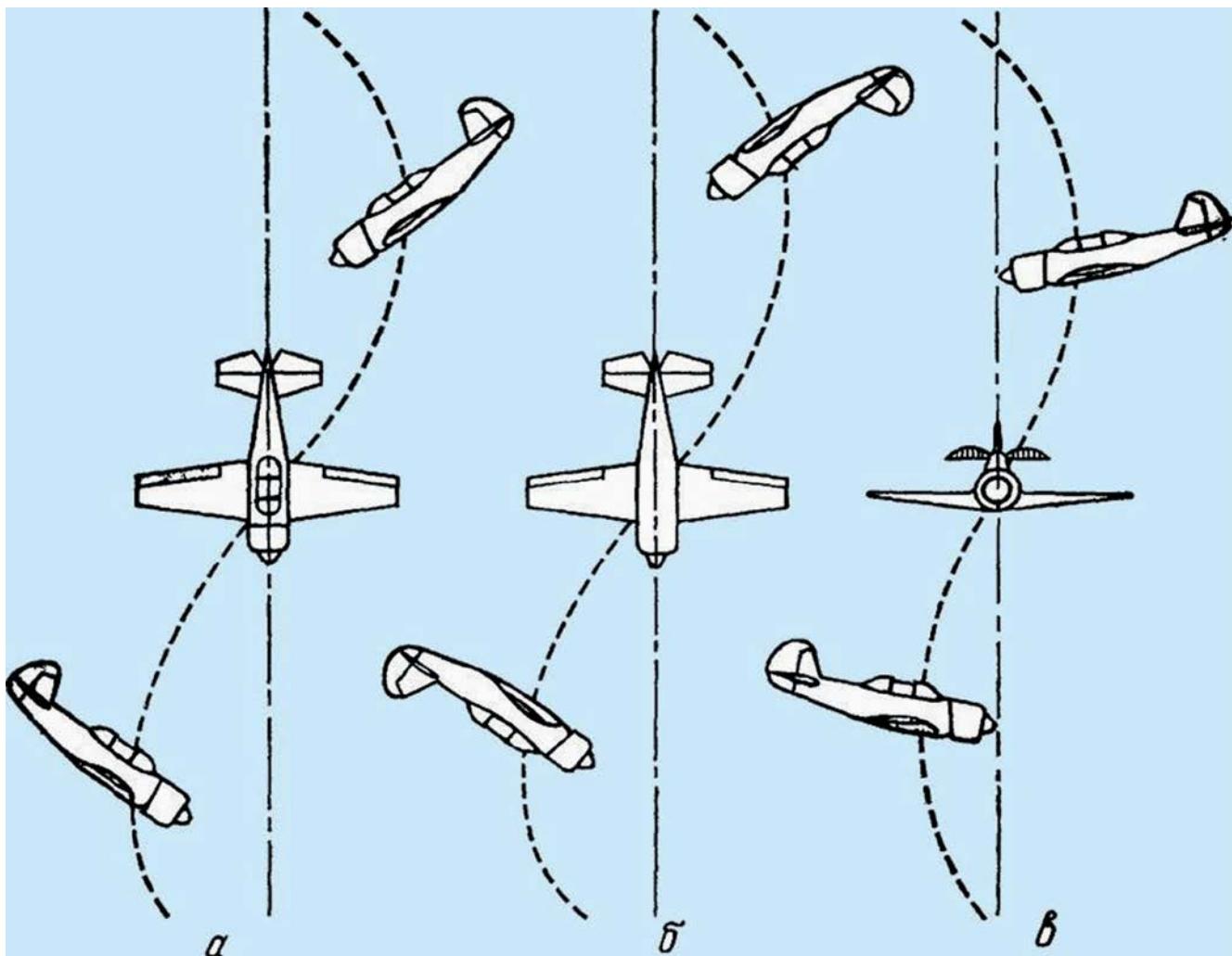


Схема а) прямого, б) перевёрнутого и в) плоского штопора

самолёта, изменения плотности и направления потока воздуха и т.п. Самолёт, режим полёта которого из нормального переходит в сваливание, становится неуправляемым и с достаточно большой скоростью теряет высоту вплоть до жёсткого столкновения с землёй или океаном. Время падения тяжёлого лайнера с высоты 10 000 метров – около трёх с половиной минут. Сваливание с большой вероятностью может перейти в плоский штопор.

Поскольку сваливание и плоский штопор вызываются практически одними и теми же причинами, будем рассматривать спасение самолёта только из плоского штопора.

Из практики авиации известно, что самостоятельно выйти из спирального штопора могут только некоторые классы самолётов – спортивные и военные истребители, для пилотов которых штопор является трудной, но обязательной фигурой высшего пилотажа. Извест-

но, что при определённых аэродинамических условиях спиральный штопор может стать плоским. По сообщениям СМИ после катастрофы под Донецком, некоторые лётчики-испытатели не исключают возможность того, что в принципе из плоского штопора можно вывести и тяжёлую машину, у которой заглохли двигатели, но практической проверке это предположение до сих пор не подвергалось, поэтому его можно рассматривать только в качестве гипотезы. Пока что в действующих инструкциях по эксплуатации лайнеров отсутствует раздел, регламентирующий действия пилотов при попадании в штопор. В инструкциях приве-



**Константин Константинович Арцеулов — русский и советский лётчик, планерист, художник-иллюстратор, внук художника Айвазовского. Первым в Российской империи в 1916 году разработал и применил приёмы и технику вывода самолёта из штопора, ставшие революционным достижением в практической авиации. Пионер русского и советского планеризма**

дены только такие ограничения по пилотированию (в частности, по высоте и углу атаки), выполнение которых гарантированно исключает сваливание самолёта в штопор.

В начале XX века сваливание в спиральный штопор было бичом зарождающейся авиации, поскольку оно

всегда кончалось гибелью пилота и самолёта. Для выхода из преднамеренного штопора в конце осени 1916 г. русский военный лётчик К. К. Арцеулов на истребителе «Ньюпор XXI» впервые использовал предложенную им оригинальную технику пилотирования: с помощью руля направления он поставил свой самолёт «по потоку», а рулём высоты опустил нос самолёта.

К сожалению, одними лишь приёмами пилотирования, предложенными К. К. Арцеуловым, вывести из штопора современный многотонный лайнер, у которого заглохли двигатели, невозможно. Поэтому начиная с 1950-х годов, наши лётчики-испытатели тяжёлых машин при проверке их на штопор стали подстраховываться с помощью вспомогательных средств — хвостовых парашютов или пороховых ракетных ускорителей, укреплённых на концах крыльев. Однако эти устройства, помогающие погасить неуправляемое вращение самолёта в спиральном штопоре, не были введены в окончательную конструкцию воздушных судов, поскольку невозможно гарантировать 100-процентную надёжность срабатывания этих устройств в процессе достаточно продолжительной эксплуатации гражданских авиалайнеров.

После того, как читатели ознакомились с тремя перечисленными выше резонансными авиакатастрофами, рассмотрим, чем же можно помочь пилотам, попавшим в критическую ситуацию.

Что касается вывода лайнера из плоского штопора — прежде всего, за время не более 60 секунд самолёт необходимо развернуть носом на набегающий поток воздуха, а угол атаки (вертикальная составляющая угла между продольной осью корабля и вектором набегающего воздушного потока) уменьшить до значений, рекомендуемых инструкциями. После этого пилоты смогут запустить двигатели, и лайнер снова становится управляемым.

Для разворачивания лайнера носом навстречу набегающему потоку воздуха и уменьшения угла атаки до нормы вместо пороховых ускорителей, работу которых практически невозможно регулировать, предлагается использовать шесть относительно малых ракетных двигателей с тягой 400–500 Н (40–50 кг), смонтированных по три двигателя в носовой и хвостовой частях лайнера. Сопло одного из носовых двигателей должно быть направлено вверх, сопло одного из хвостовых двигателей должно быть направлено вниз. Эта пара ракетных двигателей обеспечит коррекцию угла атаки лайнера. Сопла остальных четырёх ракетных двигателей должны быть расположены в горизонтальной плоскости самолёта перпендикулярно его продольной оси и направлены в противоположную друг от друга сторону (влево и вправо). Эти две пары ракетных двигателей обеспечат разворот лайнера носом на набегающий поток воздуха из левого или правого штопора.

В штатном (нормальном) режиме полёта эти двигатели должны находиться внутри фюзеляжа за створками лючков. При наступлении экстремальной ситуации (сваливание вниз при чрезмерном угле атаки; соскальзывание в плоский штопор после отключения маршевых двигателей) створки лючков ракетных двигателей по команде пилота должны открыться, после чего в зависимости от экстремальности ситуации запускаются два или четыре из шести ракетных двигателей.

Если лайнер перешёл в режим сваливания, запускаются только вертикально ориентированные носовой и хвостовой ракетные двигатели. Работа этих двигателей обеспечивает воздействие на лайнер момента

и запустить маршевые двигатели, после чего лайнер снова станет управляемым.

Технология вывода лайнера из плоского штопора несколько сложнее, чем при выводе из сваливания. Если вращение самолёта в штопоре идёт по часовой стрелке (при взгляде на картину сверху), в работу вступают правый носовой и левый хвостовой ракетные двигатели. Если вращение в штопоре идёт против часовой стрелки, в работу вступают левый носовой и правый хвостовой ракетные двигатели. Для выхода из плоского штопора используется такое сочетание носовых и хвостовых ракетных двигателей, которое обеспечит оптимальный разворот самолёта носом на набегающий поток воздуха (правый носовой и левый



**К. К. Арцеулов** на склоне лет занялся художественным творчеством: оформил более 50 книг, 240 номеров журнала «Техника — молодёжи», в редакции которого работал ведущим художником, также иллюстрировал журналы «За оборону», «Крылья Родины», «Юный техник», «Моделист-конструктор». Был членом Союза журналистов СССР. Автор панно в главном зале Центрального дома авиации и космонавтики имени М. В. Фрунзе

сил, уменьшающего чрезмерный угол атаки до номинального значения, после чего экипаж может выключить ракетные двигатели и взять управление лайнером в свои руки.

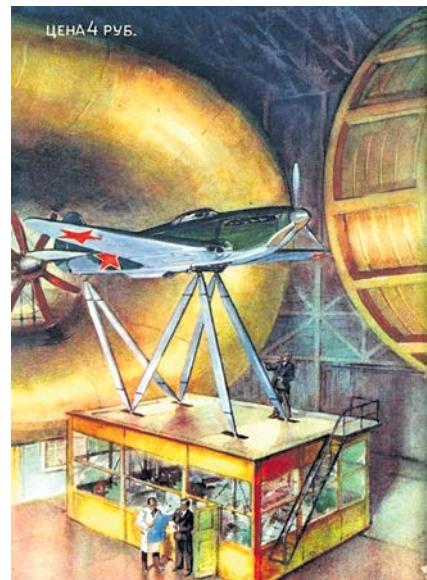
Что касается вывода лайнера из плоского штопора, представляется следующее. Прежде всего, за время не более 60 секунд самолёт необходимо развернуть носом на набегающий поток воздуха, а угол атаки уменьшить до значений, рекомендуемых инструкциями. После этого пилоты смогут выключить ракетные двигатели

хвостовой при сваливании левым бортом вперёд, левый носовой и правый хвостовой при сваливании правым бортом вперёд).

При совместной работе любой вышеназванной комбинации двигателей, ориентированных в горизонтальном направлении и разнесённых между собой на длину фюзеляжа, на самолёт начинает действовать вращающий момент сил, придающий фюзеляжу самолёта вращательное ускорение в горизонтальной плоскости. Величина этого вращательного ускорения прямо про-

порциональна моменту сил (произведение силы тяги одного из ракетных двигателей на расстояние между носовым и хвостовым двигателями) и обратно пропорциональна моменту инерции самолёта относительно вертикальной оси, проходящей через центр массы самолёта.

Одновременно с двумя двигателями, ориентированными в горизонтальном направлении, запускается пара ракетных двигателей, ориентированных в вертикальном направлении. От вертикально ориентированной пары ракетных двигателей можно отказаться, если коррекцию угла атаки можно обеспечить с помощью рулей высоты и средств механизации несущего крыла.



Графические работы К.К. Арцеулова: обложки журнала «Техника — молодёжи» разных лет

Простые расчёты показывают, что пара ракетных двигателей с тягой по 45 кг каждый, расположенных на расстоянии 60 м друг от друга и работающих в противоположном друг от друга направлении, разворачивает самолёт массой 200 т примерно за 60 с.

В качестве топлива ракетных двигателей очень хорошо подойдёт авиационный керосин, который используется для питания маршевых двигателей самолёта, а в качестве окислителя — газообразный кислород из баллонов высокого давления (конечно, можно использовать и сжатый воздух, но применение кислорода вместо воздуха позволит получить более эффективную работу ракетных двигателей; применение в качестве окислителя четырёхокиси азота неприемлемо из-за её высокой токсичности). Понятно, что проблем с запасом керосина для питания ракетных двигателей не возникнет. Скорее всего, такая проблема может встать с запасом кислорода.

Сколько же нужно кислорода для работы ракетного двигателя тягой 45 кг в течение 60 с? Для полного сгорания 1 кг керосина требуется 3,43 кг чистого кисло-

рода. Продукты сгорания керосина в кислороде (пары воды и углекислый газ) имеют температуру около 3000 К (2700 °C). Из теории ракетных двигателей следует, что двигатель тягой 45 кг с температурой газовой струи 3000 К должен расходовать рабочее тело (раскалённая смесь паров воды и CO<sub>2</sub>) с интенсивностью 0,3 кг/с. Для работы каждого ракетного двигателя в течение 60 с требуется 4 кг керосина и 14 кг кислорода (для справки: баллон ёмкостью 100 литров, наполненный до давления 200 атм, содержит 28,6 кг кислорода).

Перед включением ракетных двигателей в аварийной ситуации пилоту нужно чётко представлять, каким боком (левым или правым) сваливается в штопор

его самолёт. В условиях ограниченной видимости получение такой информации визуально представляется затруднительной, поэтому встаёт вопрос об оснащении каждого пассажирского лайнера датчиком боковой скорости, который давал бы информацию не только о величине боковой скорости, но и об её направлении.

Во избежание заброса угла разворота самолёта за требуемую величину (90°) желательно выключать ракетные двигатели при достижении угла разворота в 80 или даже 70 градусов. Отсюда следует, что ракетные двигатели должны работать не 60, а меньше, и соответственно расход кислорода каждым двигателем должен быть также меньше 14 кг. Расчёты показывают, что масса всего дополнительного оборудования, включая ракетные двигатели и баллоны с кислородом, не превысит 500 кг. Эта дополнительная весовая нагрузка — цена предоставляемой экипажу возможности без паники вывести тяжёлый лайнер из сваливания или плоского штопора, предотвратив гибель пассажиров, и самолёта. ■

# ...И УВИДЕТЬ НЕБО В НАНОАЛМАЗАХ!

## Американские и российские учёные научились превращать графен в наноалмазные плёнки

*Разработанную ими методику, позволяющую превращать многослойный графен в тончайшую наноалмазную плёнку, они опубликовали в международном научном журнале *Small**

**А**лмаз не нуждается в представлении. Он востребован и в ювелирной области, и в качестве технологически важных твёрдых покрытий, как широкозонный полупроводник для электроники, а также источник однофотонной эмиссии для будущих квантовых компьютеров. Для всего вышеперечисленного, за исключением, возможно, ювелирных изделий, наиболее перспективны и технологичны сверхтонкие алмазные плёнки, что и побуждает научное сообщество создавать подобной структуры.

«С уменьшением толщины технология синтеза алмазных плёнок усложняется. Традиционные методики выращивания алмаза толщиной в несколько атомарных слоёв не применимы и нами был предложен новый подход, позволяющий использовать многослойный графен как основу для их получения», — сообщил ведущий научный сотрудник НИТУ «МИСиС», д.ф.-м.н. Павел Сорокин.

Графен представляет собой двумерный слой атомов углерода, напоминающих по своей геометрии структуру пчелиных сот. Нобелевская премия 2010 года по физике была присуждена Константину Новосёлову и Андрею Гейму, выходцам из России, работающим в Великобритании, за получение и изучение первых образцов графена.

Шесть лет назад П. Б. Сорокин (Россия), Б. И. Якобсон (США) и их коллеги показали, что слои графена, уложенные друг на друга, можно в теории превратить в так называемый диаман, двумерный аналог алмаза, который будет оставаться стабильным при нормальном давлении и комнатной температуре. Эта теоретическая работа, как отметил учёный, привлекла внимание многих ведущих физиков-экспериментаторов, попытавшихся реализовать их идею на практике.

«В разработанной теории было предсказано, что при осаждении атомов водорода можно сформировать плёнки с числом слоёв до 30. Однако до сих пор эксперимен-

тально наблюдалось формирование алмазоподобной плёнки только из двухслойного графена. Очевидно, что теория требовала дополнения, которое учёт возможные нуклеационные барьеры и объяснит расхождение с экспериментальными данными. Мы работали над этой проблемой вместе с нашими американскими коллегами более пяти лет.», — пояснил Сорокин.

Как отметил учёный, формированию алмаза препятствует возникновения сильных механических напряжений в структуре многослойного графена при осаждении на его поверхность атомов водорода или фтора. Это приводит к быстрому росту барьера нуклеации алмаза с увеличением числа слоёв в плёнке.

**Проф. Борис Якобсон (США) сообщает:** «мы показали, что осаждение сторонних атомов легко приводит к соединению только двух слоёв графена, а для более толстых плёнок всё же нужно прикладывать небольшое и всего лишь локальное давление для облегчения процесса алмазообразования, вполне достижимое в лабораторных условиях.

Кроме того, требуется особым образом расположить слои графена».

Теоретические результаты хорошо согласуются с имеющимися экспериментальными данными, а предложенный подход как отмечают учёные, не имеет каких-то принципиальных ограничений на практике и вполне может применяться в промышленном производстве после решения всех сопутствующих инженерно-технических проблем.

**Сергей Ерохин, один из соавторов статьи, отмечает:** «Важно то, что наша новая теория показывает, что подобным методом можно получить не просто наноплёнки из кубического алмаза, а лонсдейлит, алмаз с гексагональной кристаллической решёткой. Такие лонсдейлитовые плёнки ещё не создавались ранее и наблюдались только как дефект в структуре алмаза». ■



Павел Сорокин

# УВАЖАЕМЫЕ ЧИТАТЕЛИ!

Вы можете приобрести книги с оплатой через **Сбербанк РФ** (или **Сбербанк Онлайн**)  
на карту № 4279 3800 1227 4074 (**Александр Николаевич П.**)  
В графе «Назначение платежа» укажите код книги (он слева от названия),  
ФИО и адрес с индексом. Или просто отправьте адрес на e-mail:  
**tns\_tm@mail.ru. Тел. +7 (965) 263-77-77**

## (A) СРАЖЕНИЯ, АРМИИ, УНИФОРМА

- A1 П. Канник, **Униформа армий мира. Часть I. 1506-1804 гг.**, 88 с. 290 р.  
A2 П. Канник, **Униформа армий мира. Часть II. 1804-1871 гг.**, 88 с. 290 р.  
A3 П. Канник, **Униформа армий мира. Часть III. 1880-1970 гг.**, 68 с. 300 р.  
A4 А. Беспалов, **Армия Петра III. 1755-1762 гг.**, 100 с. 290 р.  
A5 С. Львов, **Униформа. Армейские уланы России в 1812 г.**, 60 с. 300 р.  
A6 А. Дерябин, **Униформа. Белая армия на севере России. 1917-1920 гг.**, 44 с. 300 р.  
A7 А. Дерябин, **Белые армии Северо-Запада России. 1917-1920 гг.**, 48 с. 300 р.  
A8 Я. Тинченко, **Униформа. Армии Украины 1917-1920 гг.**, 140 с. 350 р.  
A9 Х.М. Буэно, **Униформа Гражданской войны 1936-1939 гг. в Испании**, 64 с. 300 р.  
A10 А.И. Дерябин (перевод с французского), **Униформа. Гвардейский мундир Европы. 1960-е гг.**, 84 с. 300 р.  
A11 К. Семёнов, **Униформа. Иностранные добровольцы войск СС.**, 48 с. 300 р.  
A12 П.Б. Липатов, **Униформа Красной Армии. 1936-1945 гг.**, 64 с. 300 р.  
A13 П.Б. Липатов, **Униформа воздушного флота**, 88 с. 400 р.  
A14 Альманах, **Армии и битвы**, 48 с. 200 р.  
A15 Ю.В. Котенко, **Индейцы Великих равнин**, 158 с. 400 р.  
A16 С. Чумаков, **История пиратства. От античности до наших дней**, 144 с. 400 р.  
A17 П. Шлаковский, **Битва на Калке в лето 1223 г.**, 64 с. 400 р.

## (B) АВИАЦИЯ И КОСМОНАВТИКА

- B1 Ю.Л. Фотинов, **Знаки Российской авиации 1910-1917 гг.**, 56 с. 400 р.  
B2 П.С. Лешаков, В.Г. Масалов, В.К. Муравьёв, А.А. Польский, **История развития авиации и государственной системы лётных испытаний в России 1908-1920 гг.**, 136 с. 290 р.  
B3 В. Кондратьев, **Фронтовые самолёты Первой мировой войны. Часть I: Великобритания, Италия, Россия, Франция**, 72 с. 300 р.  
B4 В. Кондратьев, **Истребители Первой мировой войны. Часть I: Великобритания, Италия, Россия, США, Франция**, 80 с. 350 р.  
B17 В. Кондратьев, **Истребители Первой мировой войны. Часть II: Германия, Австро-Венгрия, Дания, Швеция**, 80 с. 350 р.  
B5 В. Кондратьев, М. Хайрулин, **Авиация гражданской войны**, 168 с. 450 р.  
B6 **Советская военная авиация. 1922-1945 гг.**, 82 с. 200 р.  
B7 **Отечественные бомбардировщики. 1945-2000 гг.**, 270 с. 700 р.  
B8 Д. Хазанов, Н. Гордюков, **Су-2 Ближний бомбардировщик**, 110 с. 350 р.  
B9 М. Саукке, **Ту-2**, 104 с. 300 р.  
B10 М. Маслов, **И-153**, 72 с. 400 р.  
B11 Д.Б. Хазанов, **Неизвестная битва в небе Москвы. 1941-1944 гг.**, 144 с. 420 р.  
B12 И.В. Кудишин, **«Бесхвостки» над морем**, 56 с. 300 р.  
B13 Степан Анастасович Микоян, **Воспоминания военного лётчика-испытателя**, 478 с. 450 р.  
B14 Л.А. Китаев-Смык, **Проникновение в космонавтику. Без парадной лжи и грифа «секретно»**, 264 с. 380 р.  
B15 А. Булах, **Бристоль Блейнхейм**, 84 с. 350 р.  
B16 **Авиация России**, 88 с. 300 р.

## (C) БРОНЕТЕХНИКА

- C1 Ю.В. Котенко, **Основной боевой танк США М-1 «Абрамс»**, 68 с. 300 р.  
C2 С. Федосеев, **Бронетехника Японии 1939-1945 гг.**, 88 с. 300 р.

## (C3) ОПЕРАЦИЯ «МАРКЕТ-ГАРДЕН» СРАЖЕНИЕ ЗА АРНЕМ, 50 с. 200 р.

- C4 М. Дмитриев, **Танки второй мировой. Вермахт**, 60 с. 300 р.  
C5 М. Дмитриев, **Танки второй мировой. Союзники**, 60 с. 300 р.  
C6 **Танковые войска РККА. Часть I. Лёгкие танки 30-45 гг. Т-26, БТ-7, Т-80**, 90 с. 380 р.  
C7 **Танковые войска РККА. Часть II. Средние и огнемётные танки. Т-28, Т-34-85, ХТ-26**, 90 с. 380 р.

## (D) ФЛОТ

- D1 Д.Г. Мальков, **Корабли русско-японской войны. Том 1. Первая Тихоокеанская эскадра**, 168 с. 550 р.  
D2 **Моряки в гражданской войне**, 82 с. 300 р.  
D3 И.В. Кудишин, М.Челядинов, **Лайнеры на войне 1897-1914 гг.**, 82 с. 300 р.  
D4 И.В. Кудишин, М.Челядинов, **Лайнеры на войне 1936-1968 гг.**, 96 с. 300 р.  
D5 Р.М. Мельников, **Линейные корабли типа «Императрица Мария»**, 48 с. 300 р.  
D6 **Отечественные подводные лодки до 1918 г. (справочник)**, 76 с. 300 р.  
D7 Е.Н. Шанихин, **Глубоководные аппараты**, 118 с. 350 р.  
D8 А.В. Скворцов, **Линейные корабли типа «Севастополь»**, 48 с. 350 р.  
D9 С. Балакин, В. Кофман, **Дредноуты**, 100 с. 420 р.

## (E) ОРУЖИЕ

- E1 В. Фёдоров (репринт 1939 г.), **Эволюция стрелкового оружия. Часть I**, 206 с. 400 р.  
E2 В. Фёдоров (репринт 1939 г.), **Эволюция стрелкового оружия. Часть II**, 320 с. 400 р.  
E3 **Материальная часть стрелкового оружия под ред. акад. Благонравова А.А. т. 1 Современное оружие. Боеприпасы. Магазинные винтовки**, 220 с. 400 р.  
E4 **Материальная часть стрелкового оружия под ред. акад. Благонравова А.А. т. 2 Револьверы и пистолеты**, 160 с. 400 р.  
E5 **Материальная часть стрелкового оружия под ред. акад. Благонравова А.А. т. 3 Пистолеты-пулемёты и автоматические винтовки**, 206 с. 400 р.  
E6 **Справочник по патронам, ручным и специальным гранатам иностранных армий (репринт 1946 г.)**, 133 с. 320 р.  
E7 **Справочник по стрелковому оружию иностранных армий (репринт 1947 г.)**, 300 с. 350 р.  
E8 Ю.М. Ермаков, **Словарь технических терминов бытowego происхождения**, 181 с. 300 р.  
E9 О.Е. Рязанов, **История снайперского искусства**, 160 с. 400 р.  
E10 Е. Тихомирова, **Тайны коллекции Петра I. The mystery of Peter the Great weapon**, 144 с. 450 р.  
E11 В. Мириянин, **Миномёты и реактивная артиллерия. К столетию артиллерии**, 100 с. 350 р.

## (F) ТЕХНИКА, ФАНТАСТИКА, ПРИКЛЮЧЕНИЯ

- F1 Б.С. Горшков, **Чудо техники - железная дорога (книга-альбом)**, 304 с. 1000 р.  
F2 Л.В. Каабак, **Тревожное ожидание чуда. В горах, в тайге и в джунглях**, 370 с. 450 р.  
F3 Г. Тищенко, **Вселенная Ивана Ефремова (книга-альбом)**, 128 с. 750 р.  
F4 **ПОЛНЫЙ МЕГА-АРХИВ ТМ ЗА 85 ЛЕТ. Комплект из четырёх DVD-дисков. 1933-2018**, 2000 р.



## Игорь КИСЕЛЁВ

Памяти выдающегося астронома —  
моего учителя,  
Константина Холшевникова...

Часть 1

# Человек десяти измерений

*О науке вспоминают, в основном, либо, когда у неё есть очевидные успехи, либо, когда без неё в поступательном развитии общества возникают пробки, требующие революционных решений, либо, когда на небосклоне науки погаснет, не важно, какой величины, звезда, которая светила лично тебе, и проводить учёного становится долгом*

«Матхемех»... в памяти всплывает, что этот факультет, может быть, в ущерб остальным, собирает исключительно одарённых, чтобы делать из них настоящих учёных. Потом они разъезжаются, трудятся, в основном, за копейки, но это тот пласт, что дал стране Келдыша и Александрова, Иоффе и обоих Капиц, Курчатова, Сахарова, чтобы они защитили её ядерным щитом, отправили в космос первого человека, и придумали, как заставить атом работать, но начало им всем в их учительях.

Два слова о моём учителе: не буду перечислять все его регалии, их достаточно, поэтому коснусь некоторых: заслуженный работник высшей школы РФ, заслуженный деятель науки РФ, действительный член Российской академии естественных наук, член Международного астрономического союза, соросовский профессор Константин Холшевников является автором более 200 статей и 13 книг. Кроме того ему было присвоено почётное звание «Рыцарь науки и искусства».

Основные достижения Константина Владиславовича связаны с исследованием представлений гравитационного потенциала небесных тел, включая вращающиеся гидростатически — равновесные фи-

гуры, с проблемами интегрируемости уравнений небесной механики, и проблемами метризуемости пространств кеплеровских орбит. В 1994 г. он выступил в защиту Клавдия Птолемея от необоснованных нападок, показав, что его теория может представить не только видимое, но и истинное движение планет с произвольной степенью точности на произвольном конечном промежутке времени. Беда (а не вина) Птолемея заключалась в полном отсутствии в его время методов обработки наблюдений, содержащих погрешности.

Но, пожалуй, главное о нём состоит в том, что он был учителем с большой буквы. Блестящий лектор, его приглашали читать курсы лекций в университетах: Томском, Уральском, Софийском, в Айн-Шамс (Каир), Технион (Хайфа), в университет Турку.

Талант его был наследственный: сын литератора Владислава Евгеньевича Холшевникова, он вырос в семье, где разговоры о лингвистике звучали с утра до вечера, и может быть, поэтому, выбрал для себя математику. Уникальный случай в истории Петербургского университета произошёл в 1986-м. На конкурс лучших научных работ года филологическим и математико-механическим факультетами были представ-

лены монографии В.Е. и К.В. Холшевниковых. Естественно, отец и сын ничего не говорили друг другу, отложив это до выяснения результатов конкурса. И только за месяц до голосования узнали, что конкурируют друг с другом. Ученый совет ЛГУ присудил премии обоим.

В 1971 г, в тридцать два года, через восемь лет после окончания на матмехе кафедры «небесной механики», Холшевников защищает на ней же «докторскую» и получает предложение её возглавить. Этому союзу суждено было продлиться 50 лет, и разорвать его смогла только смерть учёного...

Мне повезло быть не только учеником профессора, мы беседовали об очень многих вещах, однажды это вылилось в интервью, и Константин Владиславович с блеском, и присущим науке юмором снова защитил свою «Докторскую», ответив мне на не самые простые вопросы.

Предлагаю всем интересующимся астрономическою наукой подслушать наш разговор:



**■ Уважаемый профессор, сколько, по-вашему, измерений во Вселенной? Как на Земле, четыре, с учётом времени, или, согласно одной интересной теории, – 11, семь из которых мы просто не замечаем, ибо они существуют в квантовом мире?**

Даже в квантовой физике, не говоря уже о том ма-кромире, где квантовые эффекты несущественны, реальность описывается тремя пространственными и одним временным измерениями. Исключение составляют лишь масштабы значительно меньше ядерных, где, возможно, существенны дополнительные свернутые измерения. Если их развернуть в привычных нам ощущениях, то это разные грани того, что мы понимаем под реальностью и как мы ее воспринимаем. В школе мы называли это осями X, Y и Z. Учёные предполагают, что помимо этих трёх видимых измерений, есть и другие. Так, согласно теории суперструн, Вселенная существует в десяти различных измерениях, которые определяют саму Вселенную. Три названные уже делают предметы объёмными, но, помимо них, можно выделить ещё семь, которые нелегко назвать, потому что их мы не воспринимаем так же легко, как первые. Четвёртым измерением учёные считают время, которое мы умеем воспринимать, просто не всем приходит в голову счи-

тать время измерением. Остальные шесть измерений гораздо сложнее поддаются восприятию, и даже далеко не всем учёным они подвластны. Тем не менее, давайте попробуем разобраться: В соответствии с теорией суперструн, если бы мы могли воспринять пятое измерение, мы бы увидели мир, который немного отличается от нашего, а в шестом измерении мы бы увидели уже целую совокупность возможных миров, которые зародились с Большого Взрыва. Теоретически, овладев пятым и шестым измерениями, человек мог бы путешествовать во времени, в том числе выбрать другое будущее.

В седьмом измерении мы получаем доступ к возможным мирам с другими начальными условиями, отличными от теории Большого Взрыва. В восьмом появляется ещё одна плоскость всех возможных историй развития Вселенной, с бесконечным числом возможных способов.

Наконец, в девятом измерении появляется возможность сопоставить все эти сценарии Вселенной, с разными начальными условиями и разными путями дальнейшего развития, а десятое – это граница того, что мы можем постичь в различных измерениях – точка, в которой мы можем охватить всё возможное



**Большой взрыв, или что-то достаточно похожее на него, ведь и он тоже произошёл в чём-то?**

и вообразимое. За пределами этого финального измерения мы не можем представить ничего.

Теория струн это попытка, примирив физику элементарных частиц с наличием гравитации, попытаться объяснить, как устроен наш мир, и как могут быть устроены другие существующие, или возможные Вселенные — для этого нужно предположить существование десяти измерений.

■ **Нужно ли тратить очень большие деньги на изучение кос-**

**моса, когда и на Земле проблем хватает? Ну, скажем, следовало ли строить «Большой адронный коллайдер» ради сомнительного открытия частицы Хиггса — и вообще, теории она нужна?**

Во-первых, космос стал частью повседневной жизни. Убрать космос — значит убрать спутниковое ТВ, навигаторы по ГЛОНАСС. И очень многие согласны платить. Кстати, за футбол платят больше. Во-вторых, да, теория нужна сама по себе. Для многих она интереснее футбола. (Кстати, какая от него польза?). Кроме того, каждая теория через некоторое время даёт практические плоды. Иногда почти сразу, как открытие лазера. Без этого не было бы дискотек, плееров, айфонов, целой кучи гаджетов и прочих



**Если хорошо запутаться в измерениях, есть шанс уйти в никуда**



**Вопрос неправильно сформулирован**

сегодняшних прелестей нашей жизни. Иногда лет через 50 и больше, как «Общая теория относительности» — без неё ваш навигатор скажет вам «поворнуть налево через 200 или 600 метров», а не через 350 метров, как сейчас. Так что, и Хиггс когда-нибудь заработает.

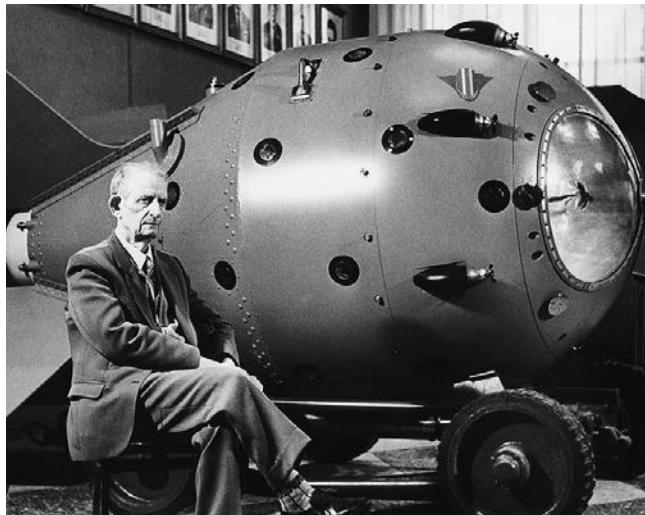
■ **В Космосе существует «тёмная материя» и «тёмная энергия», которые действуют во всей Вселенной противоположно друг другу. Кто перетянет канат? И, кстати, какой они природы, как Вы считаете?**

Мы ещё очень плохо это знаем. Не следует говорить, не разобравшись. Подождём.

■ **Эйнштейн, придумывая свою  $E = mc^2$ , наверное, понимал, что этим открывает дорогу к созданию термоядерного оружия. Должен ли уважающий себя учёный нести ответственность**



Иногда колайдер сам превращается в большую загадку



Харитон создал бомбу и изобрёл лазер

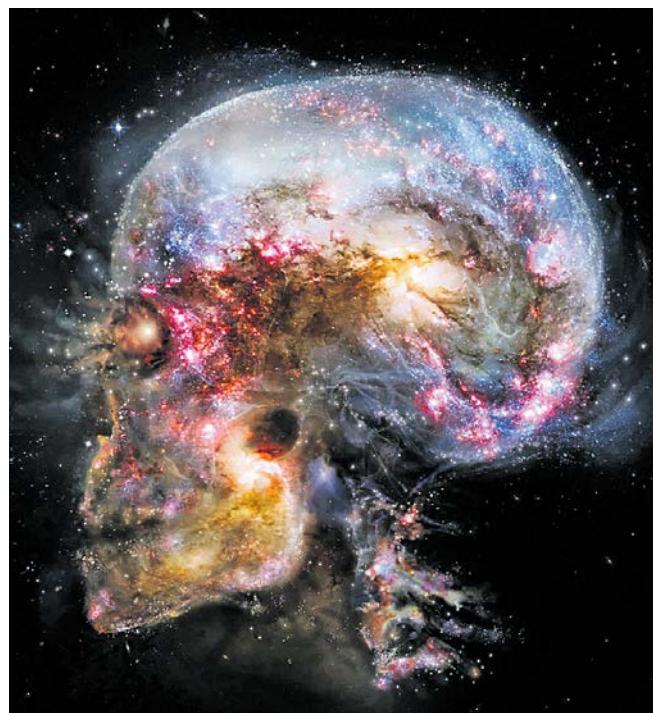
**за сделанное им открытие, и не ждёт ли науку ещё один «Эйнштейн», с ещё одной формулой уничтожения Земли?**

Это очень старая идея о «самоцензуре». К сожалению, неосуществимая, пока у власти политики и военные – сколько докторов наук занято подготовкой к бактериологической войне?

**Вселенная, очевидно, бесконечна – границы макрокосмоса пока не объявили себя, да и математика их не даёт...**

Это очевидно многим, но отнюдь не всем. Как тогда, когда было понято, что Вселенная может быть безграничной, но содержать конечное число кубических метров. Леметру была очевидной конечность Вселенной. Если Вселенная конечна, мы это когда-нибудь узнаем. Если бесконечна – не узнаем никогда.

■ Но мы, к сожалению, не знаем и другого конца физической цепочки – того, где находится «микрокосмос». Уважаемый профессор, по Вашим прогнозам, будет ли «Теория всего», объединяю-



Мы даже себя не знаем...

**щая квантовую физику и гравитацию (к которой, кстати, появилось много вопросов) создана уже в этом веке, или для такого проекта нужен новый математический аппарат?**

Наука движется с ускорением. Думаю, вопрос решится в этом веке. Появится новый Стивен Хокинг, который посмотрит на проблему несколько иначе, чем мы сейчас, и угадает, что находится в «чёрном ящичке».

**■ В естествознании, как и во взаимодействии человека с окружающим миром, многое зависит от точки зрения: глазами комара, мир выглядит страшно, глазами слона — смешно, а мы его видим странным. Продолжу: во Вселенной всё взаимосвязано, скажем, если прихлопнуть уже упомянутого комара, это незаметно поменяет весь мир. Как Вы понимаете, я только что вспомнил книгу Филиппа Дика «Эффект бабочки». В данной ситуации, Вы согласны с фантастом, или физика говорит о другом?**



Точка бифуркации — эффект бабочки

Согласен, но с существенной поправкой. Почти всегда малое воздействие влечёт малое следствие. Но в критических ситуациях (точки бифуркации, ветвления событий: направо пойдёшь — коня потеряешь) малое воздействие может радикально изменить следствие.

**■ А какую фантастику предпочитаете Вы, профессор, если, разумеется, находите для неё время?**



Ценю Стругацких высоко

**■ Поговорим о «машине времени»: Эйнштейн своими теориями пообещал, что попасть в будущее ускоренно вполне возможно, но в принципе, невозможно вернуться из него назад — в противном случае возникли бы крайние парадоксы. Но, может быть, здесь всё проще: для этого должен быть открыт новый вид энергии, который наши правнуки и физика будущего пока не открыли — природа поставила ограничитель на такие перемещения?**

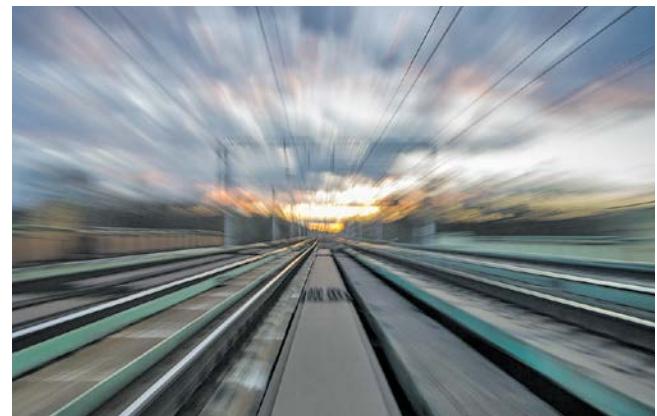


В фильме Земекиса машина времени была разбита, но остался паровоз времени

Я склоняюсь к тому, что прошлое — прошло. И не вернется. Весь опыт человечества об этом говорит. Но некоторые учёные предполагают, что это, всё-таки, возможно в чрезвычайно редких ситуациях.

**■ Вопрос такой: «Абсолютное», так и «Относительное» во Вселенной имеет либо физические границы, либо установленные пределы, как например, «Скорость света», «Горизонт событий», «Второе начало термодинамики»? Или это — пределы наших знаний?**

Всякая теория — это приближенное описание действительности. Она имеет свою область применимости,



Скорость Света пока даже теоретически рубеж непреодолимый, но если сменить сознание...

вне которой надо вносить поправки, или даже заменить ее более точной теорией. В известной нам области событий, скажем, «скорость света» постоянна. И это неопровергимо. Но в принципе, в другой области, это может не иметь места.

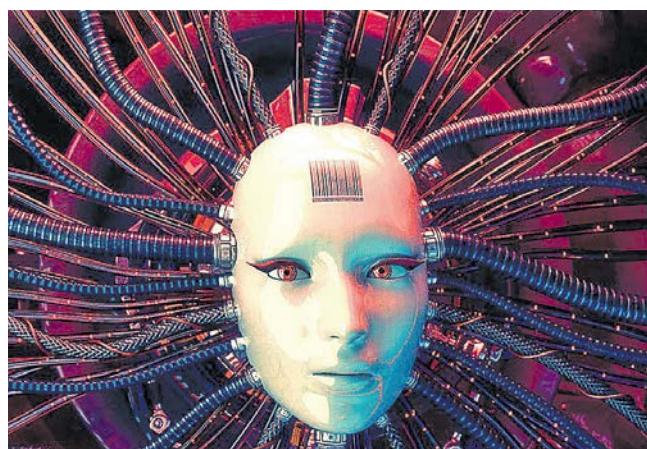
**■ В слове «смерть» парализует ни «когда это произойдёт», а то, что после неё ничего не остаётся. Однажды погаснут все звёзды, испарятся все Чёрные дыры, распадётся последний протон,**



Парадокс в том, что мудрые понимают, что надо строить «Ноосферу»

**и останется, так называемый, «квантовый вакум», в котором может возникнуть новый сценарий с «Новою сингулярностью», а может и не возникнуть. Всем очень хочется знать, есть ли следы предыдущих Вселенных? Или наш мир и в этом случае уникален?**

По аналогии, с человеком всё так же непросто: каждый из нас – какая-нибудь, да звезда, со всеми её циклами, отчаяниями и безнадёжностью сверхновой, и непонятно, куда попадает разум в горниле коллапса. Вы разделяете мнение, что, всё-таки, он должен, он просто обязан существовать



Ноосфера — выход из сингулярности

**вать этот «Закон сохранения информации», пока ещё не открытый?**

На заданную Вами тему можно было бы сказать многое, но... Нет данных. Надежда есть — данных нет. А всякие спекуляции на эту тему для меня не больше, чем беллетристика.

**■ Я продолжу: сторонник ли Вы «Ноосферы», придуманной академиком Вернадским, или наш разум ждёт более печальная судьба?**

Предположим, что такой мудрец пришел к власти. Либо его сметут (как Альянде и Лумумбу), либо он пересажает противников и недовольных, и вместо «Ноосферы» получится концлагерь для разумов, по идеологии сравнимый, возможно, с «ИГИЛ».

**■ Известный профессор Пенроуз считает мозг по многим параметрам, в некотором роде, «квантовым компьютером». У Вас своя точка зрения?**

Парадоксально, но интересно, но тут я не специалист.

**■ От вырубленных лесов Амазонки и заброшенных урановых шахт — до Чернобыля и мусора на орбите, Земля испытывает беспрецедентное вторжение человека. Не остаётся сомнений, что человек способен её добить. Мне трудно просить**



**у Вас рецепт, но, может быть, есть совет, как спасти ситуацию? Что должен делать, или, наоборот, не делать человек, чтобы решить проблему здоровья Земли?**

Есть только один способ — начинать с детских садов и школ. И на себя оборотиться, а не на владельцев химзаводов. Обычный обыватель, разбрасывая мусор, меньше вредит земле лишь в силу своей слабости, прощите за каламбур. Ну не в состоянии он выпить сотни тонн отравы в реку, бедняга. Впрочем, он может и потягаться с химическими магнатаами, оставляя горящие костры. ■

Окончание следует

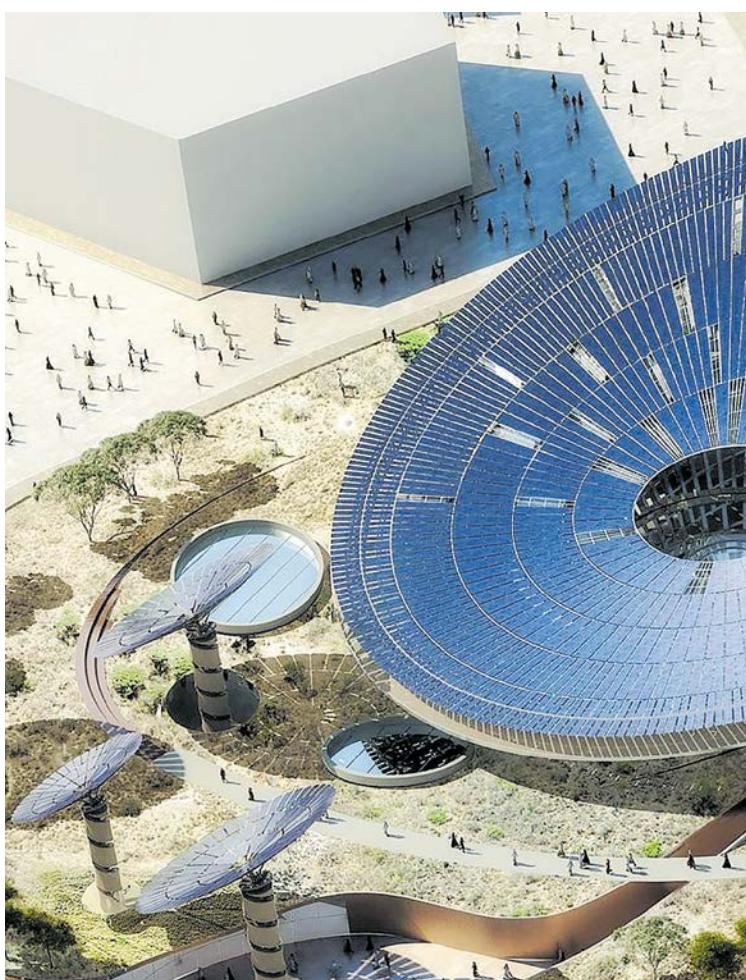
# ИЗМЕНИТЬ МИР, СОХРАНИТЬ

**М**ожет ли наша повседневная деятельность изменить мир? На грандиозном мировом шоу ЭКСПО-2020 в рамках темы «Объединяя умы, создавая будущее» приоритетное внимание уделено устойчивости, возможностям и мобильности дальнейшего существования человечества на нашей планете.

Центральный элемент выставочного центра площадью 438 гектаров в портовом городе Джебель-Али, что на полпути между Дубаем и Абу-Даби, — три уникальных сооружения. Это «Терра» — павильон «Устойчивое развитие» (спроектированный британской архитектурной фирмой Grimshaw Architects), «Алиф» — павильон «Мобильность» и «Миссия Выполнима» — павильон «Возможности».

Её Превосходительство Рим Аль-Хашими, государственный министр ОАЭ по вопросам международного сотрудничества и гендиректор Бюро выставки «Экспо-2020» в Дубае прокомментировала: «2020 год изменил нас навсегда, но он же и предоставил нам возможность сблизиться как глобальное сообщество, в то время как наши тематические павильоны — «Возможности», «Мобильность» и «Устойчивое развитие» —

Победивший на конкурсе проект «Терра» — павильон «Устойчивое развитие» спроектирован британской архитектурной фирмой Grimshaw Architects



Павильон «Терра» —  
«Устойчивое развитие»

Татьяна КАЧУРА

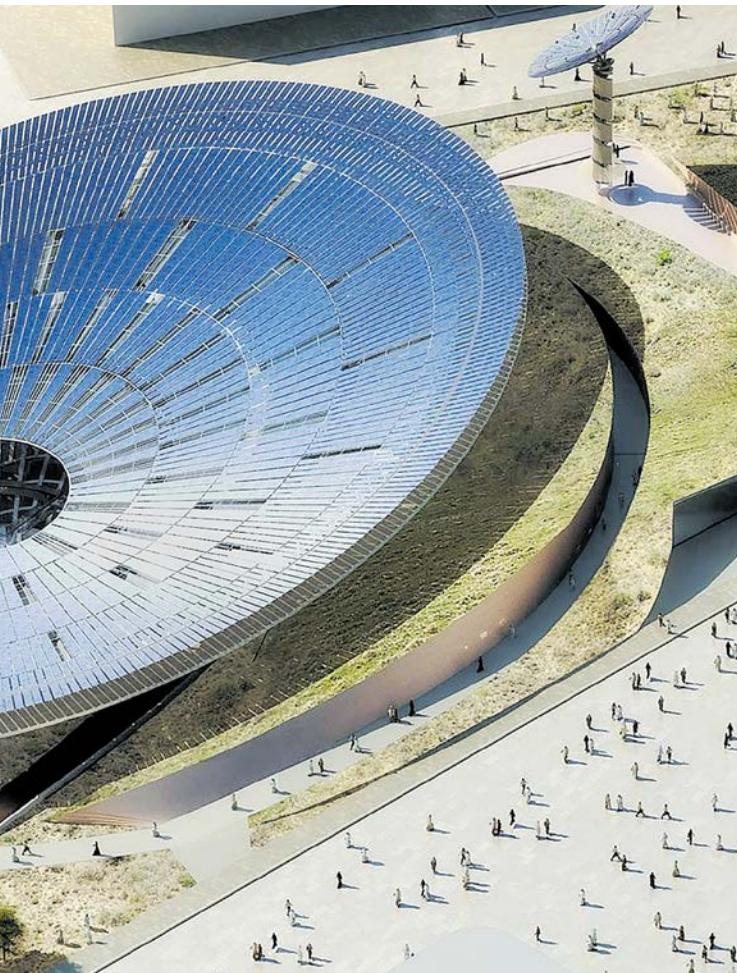
# ПЛАНЕТУ

объединяют сторонников совместной работы по решению мировых проблем, чтобы вместе создать лучшее будущее для всего человечества».

«Терра» (латинское имя планеты Земля) даёт прекрасную возможность подробнее узнать о взаимодействии людей с природой и задуматься о том, как заботиться и оберегать её в повседневной жизни. «Терра» удивляет экологичной архитектурой и технологиями будущего, такими как солнечные панели, энергии которых хватит, чтобы преодолеть половину расстояния до Марса на автомобиле.

«Самая яркая особенность комплекса «Терра» — павильон «Устойчивое развитие» — навес над верхней частью здания, — сообщает Джон Булл, директор «Терра». — Его ширина 130 метров и покрыт навес инновационными фотоэлектрическими панелями. Они улавливают изобилие солнечной энергии, которое мы получаем здесь летом. 1055 солнечных панелей на куполе позволяют вырабатывать 4 ГВт/ч альтернативной энергии в год (можно зарядить более 900 000 мобильных телефонов!).

По всему ландшафту возвышаются 18 «энергетических деревьев». Это структуры размером с дерево, покрытые фотоэлектрическими элементами. Они действуют, как цветы: голова «дерева» в течение дня поворачивается к солнцу. Уникальная особенность этих



«деревьев» – двусторонние солнечные батареи на них, улавливающие как прямой, так и отражённый от земли солнечный свет».

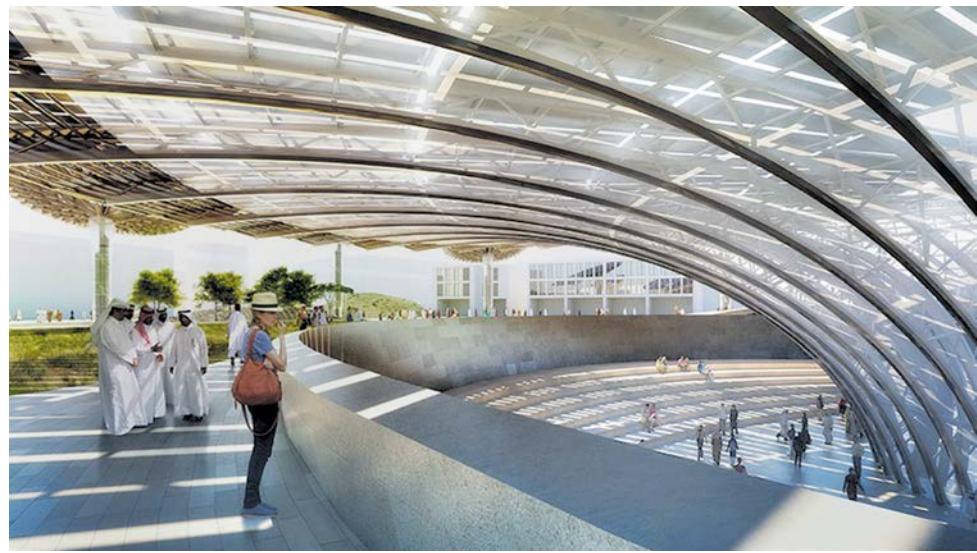
А ещё павильон «Устойчивое развитие» презентует технологию, позволяющую извлекать воду из воздуха. Знакомит с инновационными методами орошения, включая систему рециркуляции серой воды и использование этой воды в ландшафте. Система переработки использованной воды сокращает её потребление на 75%.

Посетители павильона могут оценить уникальные общественные пространства, включающие детскую площадку, сувенирный магазин и ресторанный зону. «Терра» предоставляет своим гостям иммерсивное (от англ. *to immerse* – погружающий в действие) путешествие по чудесам природы, интерактивную прогулку среди корней деревьев, где каждый шаг влияет на лесной покров планеты.

Джон Булл продолжает свой рассказ: «Мы создали необычные, но настоящие природные среды, и погружаем в них посетителя. Например, мы приглашаем их в лес. В этом лесу они будут под землёй копаться в корневой сети и обнаруживать то, что известно как Wood Wide Web. Всё дело в том, как деревья разговаривают друг с другом, как они делятся ресурсами, как защищают и как атакуют друг друга или врагов. Это происходит благодаря удивительным симбиотическим отношениям между корнями и грибком».

Внутри павильона погружение продолжается: тропы под океаном представляют подводную красоту в завораживающем чувственном мире, песни китов и катящиеся волны, а в суровой реальности – расекающие стены пластиковых бутылок. Там же и впечатляющая антиреклама, продвигающая банки из-под тунца в зале «Море потребления».

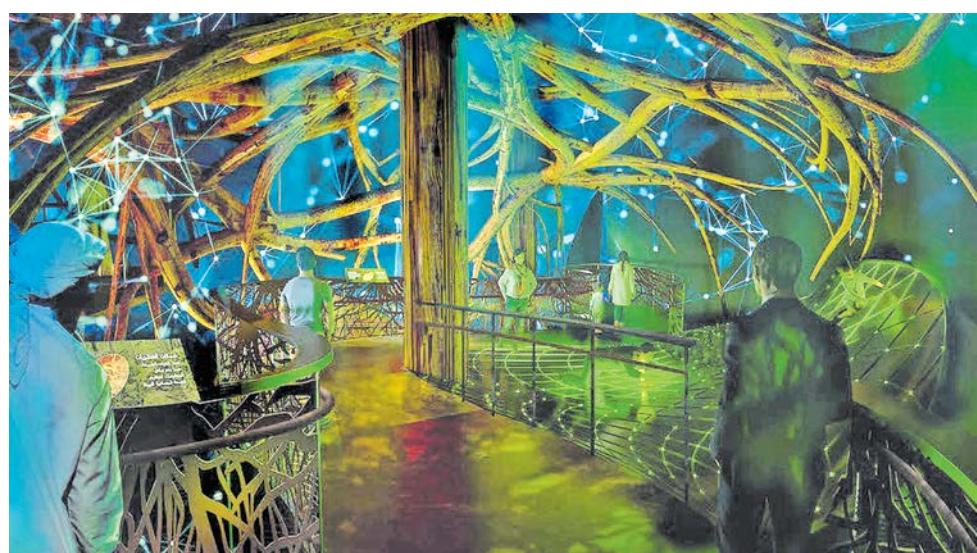
**Внутри павильона: интерактивная прогулка среди корней деревьев**



Арочная конструкция крыши не только создаёт тень, но и генерирует энергию

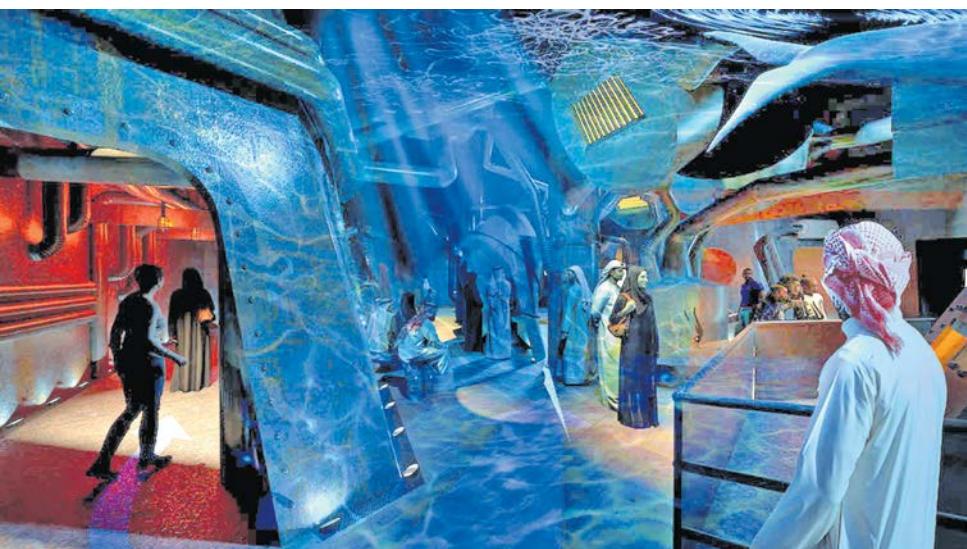


Ряд «энергетических деревьев», окружающих павильон «Терра», собирают дополнительную энергию





Иммерсивное погружение продолжается: в зале «Море потребления»



Интерактивные тропы под океаном представляют подводную красоту в завораживающем чувственном мире

Павильон «Терра», расположенный посреди пустыни, доказывает возможность возведения полностью самодостаточного сооружения, которое обеспечивает себя не только энергией, но и водой. Тем самым позволяет полностью избежать утери этих ресурсов. В настоящее время чрезвычайно сложно выполнить это технически. Но так должны строиться все здания в течение следующего десятилетия. Креативные глобальные проекты предлагают реальные решения, которые помогут сохранить нашу планету для грядущих поколений и обеспечить им надёжное будущее.

Исследовательский и игровой формат павильона «Терра» по окончании работы выставки после небольших преобразований станет научным центром, призванным нацеливать грядущие поколения на осознание экологической ответственности и рационального использования ресурсов.

Марджан Фарайдуни, директор по вопросам павильонов и выставок Экспо-2020 отметила: «Демонстрируя достижения, которые объединяют нас и вдохновляют трудиться сообща во благо позитивных изменений, Экспо-2020 придаст сил, уверенности и знаний посетителям любых национальностей, возрастов и интересов, чтобы в дальнейшем они выбирали устойчивое развитие во всех сферах своей жизни». ■



«Миссия Выполнима» — павильон «Возможности»

**Леонид КАУФМАН**

# Подземные дворцы общественного назначения

## Часть 1

### Как строят музеи, стадионы, казино в Финляндии и Норвегии

#### 1. Вступительное слово

**В** наши дни роста населения городов создание нормальных условий обитания для людей становится невозможным без вовлечения в городскую жизнедеятельность объектов, построенных в подземном пространстве.

Специалисты по планированию подземного пространства городов делят строящиеся здесь объекты на две фундаментальные группы по их использованию:

- ориентированные на производство продуктов;
- ориентированные на использование людьми.

Объекты, ориентированные на производство продуктов, включают в себя, главным образом, инфраструктурные сооружения, хранилища, парковки или промышленные производства. Они, в основном, физически и визуально изолированы от наземной ткани городского хозяйства, хотя с функциональной точки зрения, составляют его важную часть. Размещение таких структур в подземных полостях и туннелях снижает достигающие поверхности шум и вибрацию, ограничивает их визуальное воздействие, высвобождает участки земли на поверхности, необходимые для природоохранных решений.

Вторая группа подземных объектов включает большинство зданий, используемых для отдыха, развлечений, выставок, коммерческих сооружений, транспортных комплексов. Некоторые из таких объектов, например, станции метро, привлекают каждый день сотни пользователей, как и другие узловые точки городской актив-

ности. Такие ориентированные на потребности людей сооружения требуют специального дизайна. Для них по контрасту с объектами, ориентированными на производство, пространственная и визуальная изоляция становится недостатком, особенно потому, что под землёй теряются естественные связи с окружающей природной средой, включая погодные, и самые важные — солнечные.

Взрывной рост городов в развивающихся странах, старение и износ инфраструктуры, повышение требований к условиям жизни и природоохранным мерам, создают усиленную потребность в новых подземных сооружениях. Как это часто случается, быстро становится очевидным незапланированное воздействие на них ранее построенных подземных объектов — большие затраты на перенос существующих строений, препятствия для доступа новых объектов к благоприятным геологическим условиям, их блокирование действующими подземными транспортными комплексами. Эти факторы заставляют искать другие маршруты и большие глубины горизонтов для размещения новых подземных структур.

#### 2. Финский опыт

##### Геологические особенности

Площадь Хельсинки — столицы и крупнейшего города Финляндии составляет 214 кв.км, охватывая несколько заливов, полуостровов и островов. Его население достигает 600 тысяч жителей. Внутренняя часть

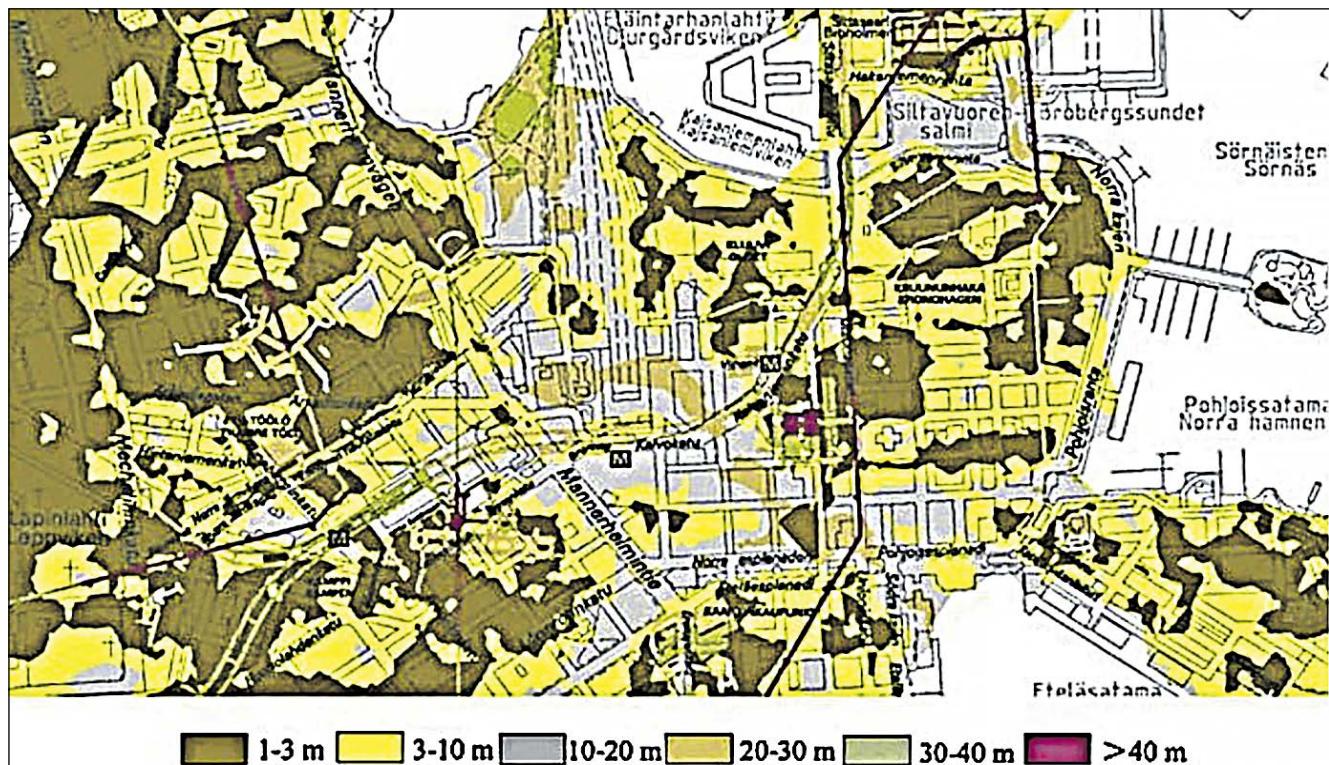


Рис. 1. Глубина почвенного слоя над скальными породами в центре Хельсинки.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1674775514000699>

города занимает южный полуостров, где плотность населения в некоторых районах достигает 16,5 тыс. чел. на 1 кв.км.

Средняя глубина почвенного слоя в Хельсинки равна 7 м, но варьируется от 0 до почти 70 м. Скальные породы состоят, в основном, из вулканических гранитов и гнейсов. В нескольких местах имеются зоны разрушения, вызванные перемещениями вулканического массива. Собственно осадочных пород в районе Хельсинки нет.

Целью начального обзора геологических условий участка Хельсинки был поиск площадок для строительства крупных подземных объектов со стандартными размерами полости длиной 150 м, шириной 50 м и высотой 12 м. Учитывались также ослабленные зоны и площадки, уже используемые для различных целей. На рис. 1 показаны зоны возможного строительства в центре города с разной глубиной залегания скальных пород.

В целом можно сказать, что эти породы в Хельсинки залегают неглубоко под земной поверхностью и существует много приемлемых и безопасных мест, подходящих для строительства подземных объектов. Внекентра города обнаружено 55 районов с участками породных массивов, достаточных по размеру для такого строительства и расположенных возле главных транспортных артерий. Во многих районах будущие подземные проекты смогут использовать тунNELи до-ступа к существующим объектам. Эти туннели распо-

ложены на глубине, не влияющей на устойчивость основных полостей.

В Хельсинки существует 10 000 000 куб.м подземного пространства, используемого для парковки автомобилей, спортивных залов, хранилищ нефти и угля, сооружений метро и т.д., более 400 разных помещений, 220 км технических туннелей, 24 км туннелей подачи воды и 60 км туннелей, в которых размещаются разные виды инфраструктуры города (районное тепло- и водоснабжение, электрические и телекоммуникационные кабели). В среднем, на каждые 100 кв.м площади наземных сооружений приходится 1 кв. м используемого подземного пространства.

Уникальными примерами подземных сооружений служат подземная церковь Темпелиаукио в Хельсинки (рис. 2, 3) или плавательный бассейн в Итаскескусе — районе Хельсинки (рис. 4).

# Подземная церковь

Церковь Темпелиаукио (Tempeliaukion kirkko) — лютеранская церковь в Хельсинки построена в 1969 г. прямой экскавацией гранитных пород, выходящих в этом месте на поверхность, и полностью расположена в них таким образом, чтобы сделать вход в церковь доступным и привлекательным. Для этого пол церкви располагается на уровне прилегающей к ней улицы, он стал как бы её продолжением. Буровзрывными работами

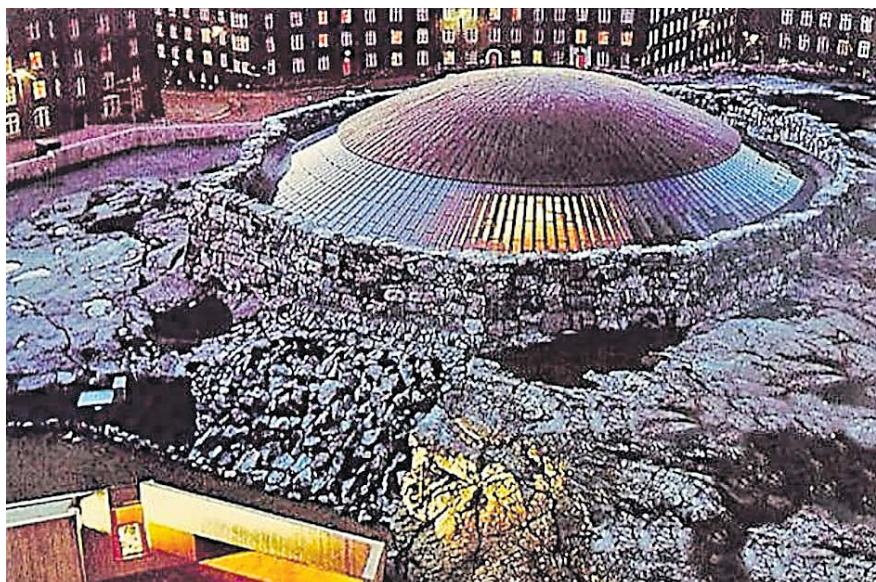


Рис. 2. Купол церкви

Темппелиаукио.

<http://travel-tips.s3-website-eu-west-1.amazonaws.com/holidays-Helsinki-Finland-tourism-...>

были удалены 12 400 куб. м пород, при этом были использованы 4,1 т динамита. В центре забоя в круге с диаметром 2 м создавался предварительный вруб.

Каменные стены церкви сочетаются с застеклённым куполом и потолком, сделанным из медной проволоки. Овальный церковный зал освещается дневным светом, который проходит через ряд световых люков различной ширины, расположенных между стенами и куполом. Последний опирается на железобетонные балки. Пол покрыт полированым бетоном. Вода, стекающая из трещин в скале, отводится по специальным каналам.

Высота стен равна 5–9 м, диаметр купола 24 м, расстояние от его самой высокой точки до пола — 13 м. Равнина ледникового периода в скале служит алтарём, который покрыт распиленным гранитом. Интерьер повторяет оттенки гранита — самого распространённого в Финляндии камня: красного, лилового и серого. Скамьи на 750 гостей изготовлены из берёзы. Зал приходского собрания рассчитан на 80 человек.

В Финляндии владелец недвижимости обязан включать в строящееся здание укрытие гражданской обороны площадью по крайней мере 1200 кв. м. Сегодня, однако, более общее решение — «в нормальные времена» использовать помещения этого укрытия для технологических нужд. Например, зал плавательного бассейна в Итаскескусе, который посещают 400 000 человек в год и может принять одновременно 1000 посетителей, обеспечивает экстренное укрытие для 3800 человек.

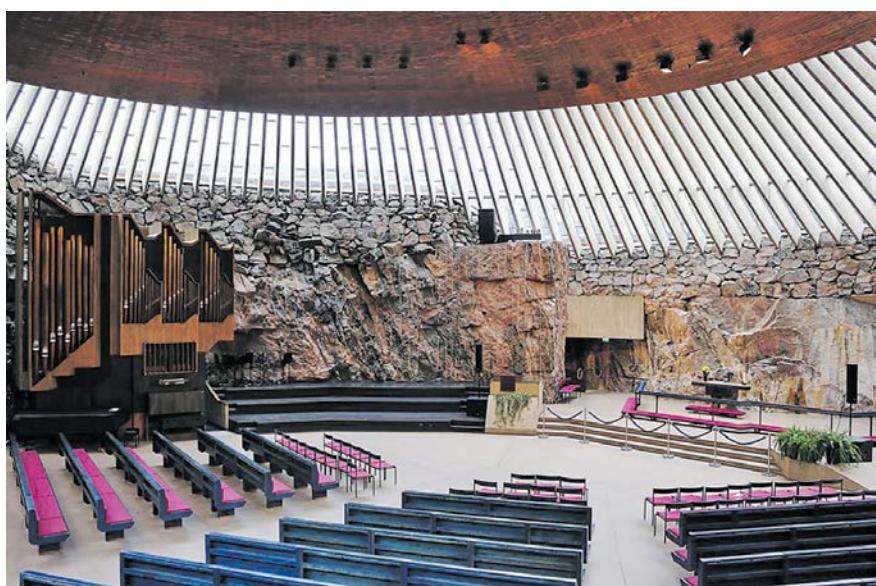


Рис. 3. Подземная церковь в Хельсинки Temppeliaukio.

<https://thegate.boardingarea.com/a-church-unlike-any-i-have-ever-seen-temppeliaukio-church-...>

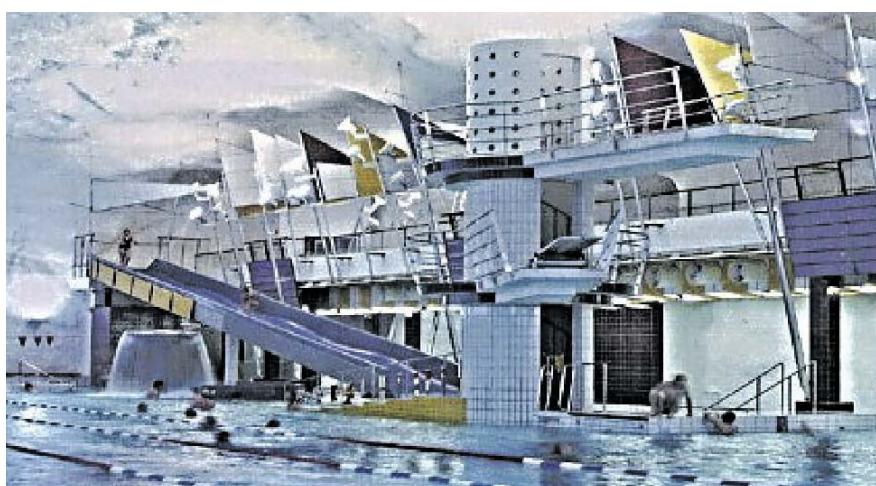
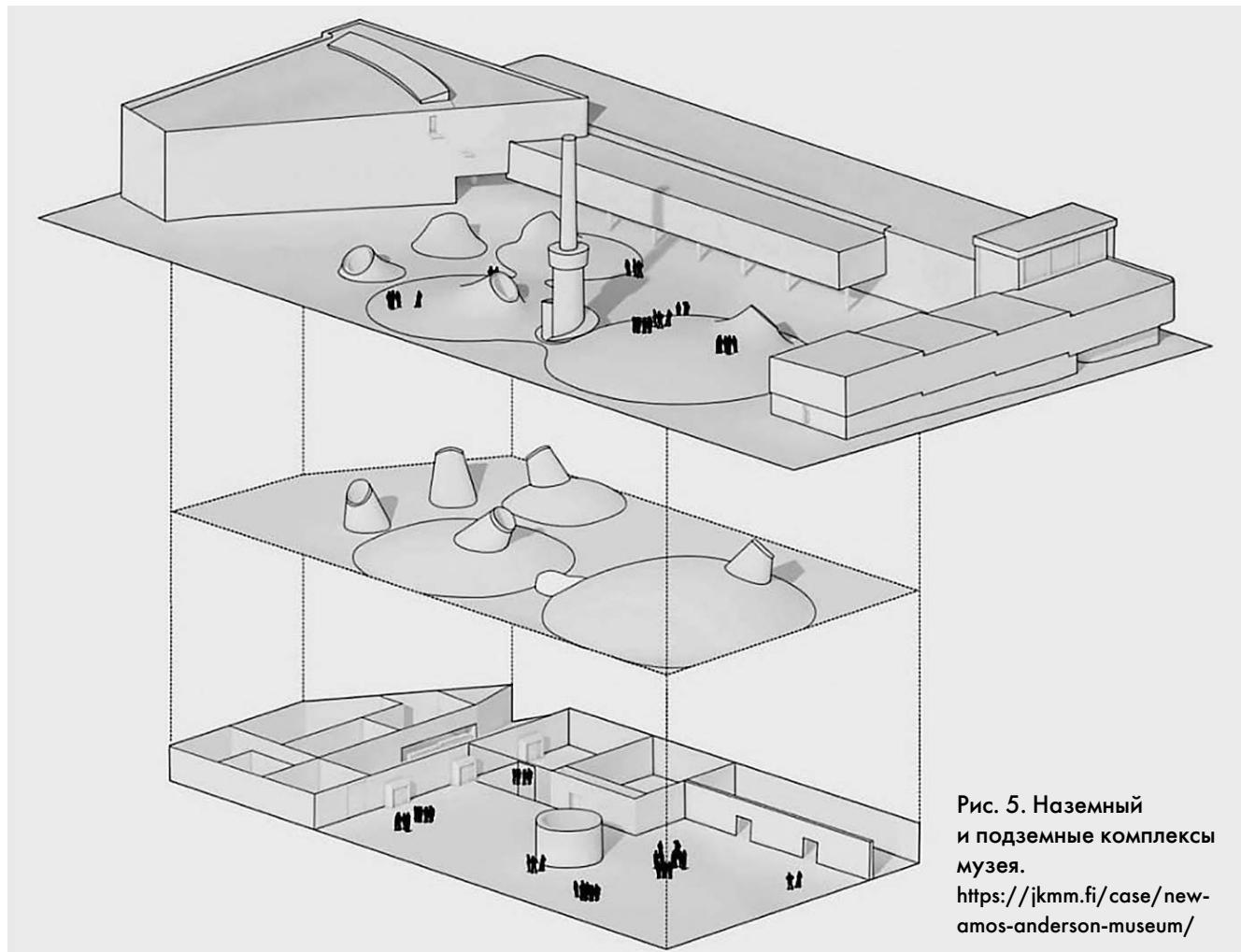


Рис. 4. Подземный плавательный бассейн в Итаскескусе, Хельсинки.

<https://www.researchgate.net/figure/Underground-swimming-pool-in-Itaekeskus-which-can-...>



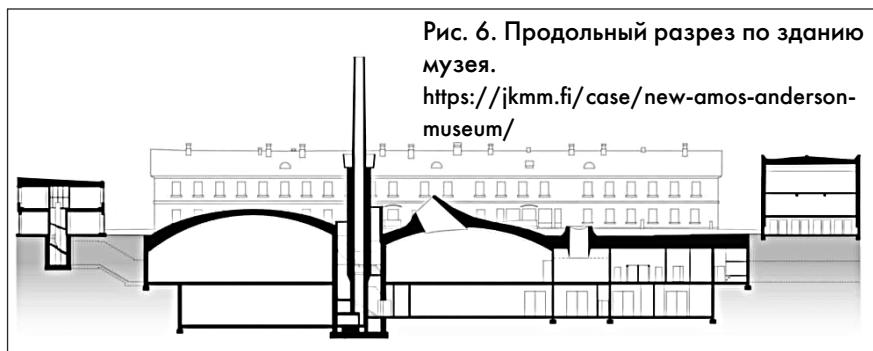
**Рис. 5. Наземный и подземные комплексы музея.**  
<https://jkmm.fi/case/new-amos-anderson-museum/>

## Музей современного искусства Амос Рекс

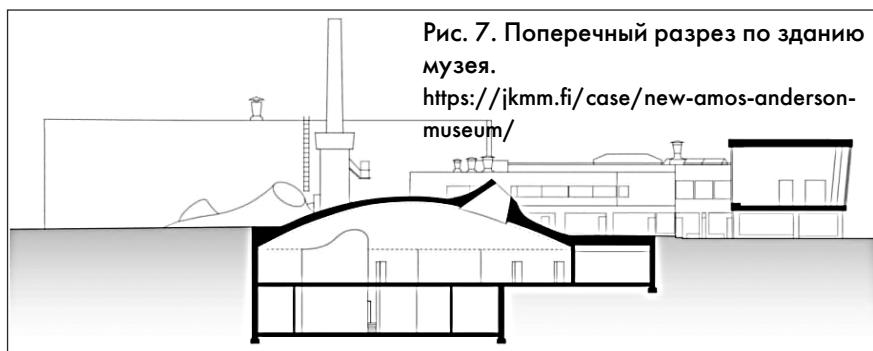
В районе строительства музея Амос Рекс почвенный слой находится в пределах 3–10 м. Выставочные залы площадью 2170 кв. м находятся под землёй. Экскавационные работы составили почти 14 000 куб. м почвы и скального грунта (рис. 5–10).

Площадь Ласипалатси, служившую ранее автовокзалом, под которой расположен музей, теперь украшают пять куполов разных размеров — люди могут свободно ходить между куполами и залезать на них. На каждом куполе — конический отросток с иллюминаторами, впускающими дневной свет в помещения.

Архитекторы оставили часовую башню в центре площади. Раньше служившая дымовой трубой, теперь



**Рис. 6. Продольный разрез по зданию музея.**  
<https://jkmm.fi/case/new-amos-anderson-museum/>



**Рис. 7. Поперечный разрез по зданию музея.**  
<https://jkmm.fi/case/new-amos-anderson-museum/>



**Рис. 8. Наземная часть музея.**  
<https://jkmm.fi/case/new-amos-anderson-museum/>

музея состоит из железобетонных конструкций стен и межэтажных перекрытий. Крыша построена из монолитного железобетона толщиной 20 см, изоляционного слоя из пеностекла и внешнего слоя бетона. Он служит базой для куполов и покрыт плиткой.

Большие выставочные залы имеют купольные потолки. Отсутствие колонн в залах позволяет их использовать для создания различных современных выставок. Дизайн площади и художественный музей под ней объединяют изогнутые формы.



**Рис. 9. Один из залов музея Амос Рекс.**  
<https://jkmm.fi/case/new-amos-anderson-museum/>

она гармонирует с открытым пространством и одновременно вмещает в себя часть вентиляционной системы музея.

В музее имеется главный этаж с выставочным пространством и нижний этаж для хранения экспонатов и механического оборудования. Этажи соединены лестницами и лифтами. Основная строительная структура



**Рис. 10. Музей Амос Рекс. В зале граффити.**  
<https://jkmm.fi/case/new-amos-anderson-museum/>

Главной озабоченностью дизайнеров и строителей были меры по изоляции фундамента и стен музея от притока грунтовых вод. На глубине 14 м фундамент располагается по крайней мере на 7 м глубже их среднего уровня, что представляет угрозу затопления хранящихся на нижнем этаже художественных ценностей.

Команда разработчиков рассмотрела множество вариантов гидроизоляции, включая мембранные покрытия и бетонные добавки. В окончательном варианте была принята смесь портландцемента и различных активных запатентованных химических веществ, снижающих влажность в атмосфере подземного помещения. Эти вещества вызывают каталитическую реакцию, которая приводит к образованию нерастворимых кристаллов, заполняющих естественные поры и капиллярные тракты в бетоне. Кристаллы предотвращают проникновение воды и других жидкостей в бетоне в любом направлении.

## Подземное казино

Особо сложные проблемы возникают при подземном строительстве под существующими зданиями и сооружениями. Как правило, заказчик здесь требует, во-первых, сохранить функционирование здания на период строительства, а во-вторых, обеспечить безопасную работу старой и новой частей здания после окончания работ. Далее описаны строительные решения, позволившие решить эти проблемы.

В 2003 г под существующим пятиэтажным зданием отеля «Николаефф Хауз» в комплексе торговли и развлечений Каисаниеми, Хельсинки было сооружено подземное казино. В объёмы по строительству казино вошли новые подземные помещения, а также реконструкция наземного этажа отеля, включая его несущие структуры и деревянное свайное основание. Уровень фундамента здания был понижен на глубину около 16 м в скальных породах взрывными работами под существующим зданием (рис. 11).

зоне на поверхности расположены популярные рестораны и прогулочные террасы.

Отель «Николаефф Хауз» расположен на берегу морского залива на мощных слоях глины и илистых отложений. Под ними на глубине примерно 4–7 м находится наклонная поверхность скалы. Существующее деревянное основание здания за время службы было почти полностью разрушено и превращено в рыхлый пулькообразный материал.

Для обеспечения устойчивости существующих наружных стен здания они опирались на подпорные стены высотой 2,5 м, созданные цементацией, а середина здания с монтированной балочной структурой — на 230 временных стальных свай диаметром 170 мм. В ходе строительства внутренние структуры наземного этажа, включая старые деревянные сваи, были демонтированы.

Земляные работы общим объёмом около 7000 куб. м выполнялись стадиями, соответствующими демонтажным работам. Вывоз грунта и разобранных старых конструкций производился через временные туннели

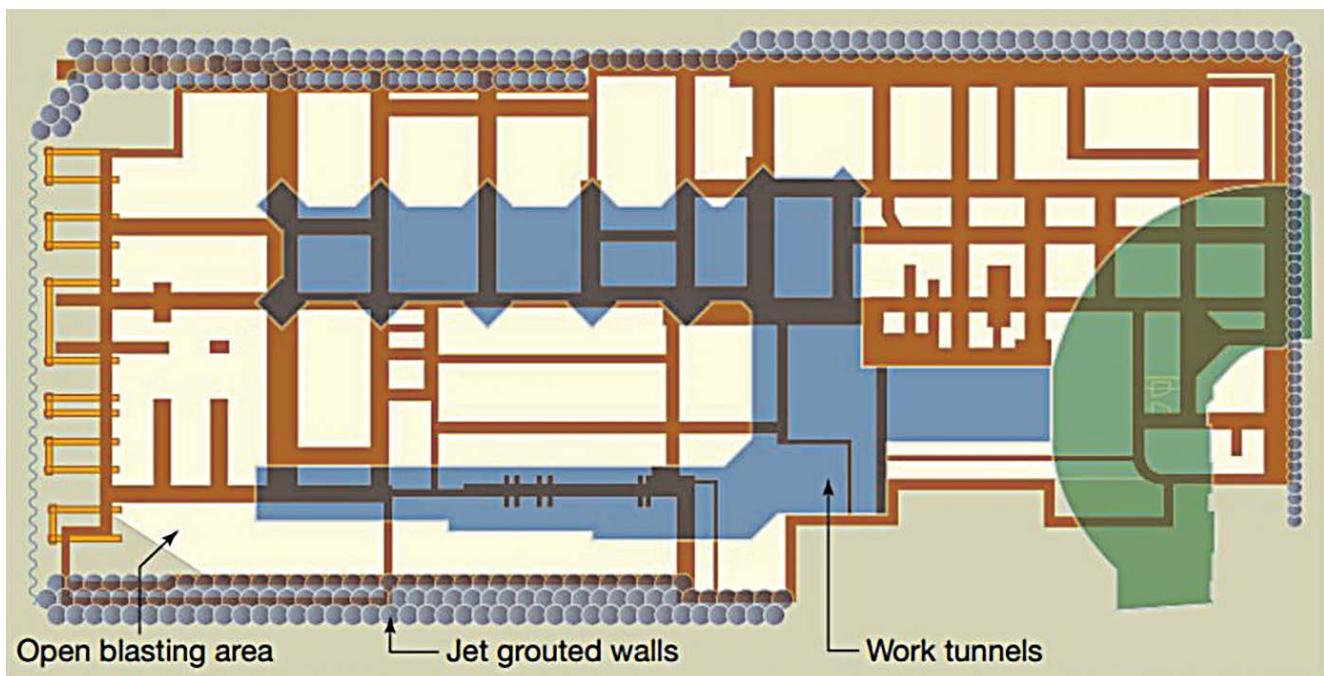


Рис. 11. План здания отеля во время строительных работ.

[https://www.sipti.fi/sites/default/files/Tunnels\\_Tunnelling\\_International\\_APRII\\_2004.pdf](https://www.sipti.fi/sites/default/files/Tunnels_Tunnelling_International_APRII_2004.pdf)

open blasting area — район взрывных работ, jet grouted walls — стены, возведённые струйной цементацией, work tunnels — временные туннели

В районе строительства расположено несколько подземных сооружений: туннели и станция метро, рестораны и маленькие магазины, помещения обслуживания кинотеатра и другие вспомогательные службы, подземная автостоянка. Существующие подземные сооружения соединены пешеходным туннелем длиной 100 м и шириной около 3 м. Рядом с казино имеется здание с кинокомплексом на 10 экранов, часть подземных залов которого примыкает к казино. В этой же

и существующий пешеходный туннель, минимизируя таким образом вредное воздействие на поверхность.

Между временными сваями взрывным способом в скальном массиве были пройдены 20 вертикальных шахт сечением  $1,4 \times 1,4$  м, внутри которых были установлены сборные железобетонные колонны сечением  $650 \times 650$  мм высотой по 18 м, доставленные через временные туннели.

После передачи нагрузки от здания на возведённые железобетонные колонны временные сваи могли быть

удалены. Затем выполнялись работы по взрывной отбойке скального основания между железобетонными колоннами. Их нижние части для защиты от повреждения взрывами защищались резиновыми амортизирующими прокладками,ложенными в шахтах колонн.

Взрывные работы внутри сохраняемого здания в центре крупного города требовали чрезвычайной тщательности и точности. Взрывные работы велись раздельными стадиями. Отбитая порода грузилась в самосвалы небольшим экскаватором.

Средний объём породы, отбитой в одну стадию, составлял 40–70 куб. м, максимальный – достигал 300 куб. м. Вертикальные сдвижения скального основания и здания, находящегося на нём, выявлялись примерно в 100 точках специальными датчиками. Иногда требовалось усиление кровли туннелей, и тогда устанавливалась анкерная металлическая или капитальная крепь.

В ходе строительства всё время от установки свай до взрывных и бетонных работ соседние строения нормально функционировали. Движение по прилегающим улицам, киноцентр, находящийся в прямом контакте с подземным строительством, офисы и бизнесы на этажах зданий, ресторан прямо над местом работ постоянно работали. Гибкий график работ, непрерывные замеры шума и вибраций, с точностью до минут выверенное время взрывных работ, особенно во время киносеансов, свели к минимуму влияние строительных работ на окружающие структуры.

Реконструкция верхних этажей здания была завершена до подземных работ. Такая последовательность требовала пристального внимания к состоянию здания, особенно в периоды передачи его нагрузки с одних опор на другие.

Строительство было выполнено с единственным повреждением реконструированных помещений. Схема построенного здания показана на рис. 12, работающее подземное казино – на рис. 13.

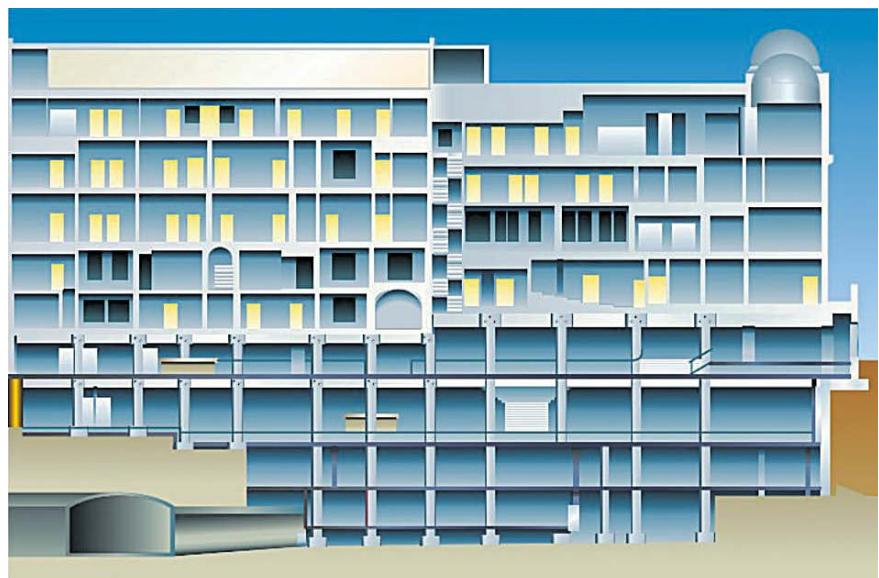


Рис. 12. Разрез по зданию отеля с построенным подземным казино.

[https://www.sipti.fi/sites/default/files/Tunnels\\_Tunnelling\\_International\\_APRL\\_2004.pdf](https://www.sipti.fi/sites/default/files/Tunnels_Tunnelling_International_APRL_2004.pdf)



Рис. 13. Подземное казино в отеле «Николаефф Хауз».

<https://www.world-architects.com/en/popty-finland-oy-vantaa/project/grand-casino>

### 3. Норвежский опыт

#### Спортивные объекты

Гьовик — маленький город, расположенный в восточной части Норвегии. За пять лет с 1970 года по 1975 год в центре города были построены три разных подземных комплекса. Был извлечён общий объём пород 40 000 куб.м, что позволило создать под землёй площадь помещений 6000 кв.м, куда вошли телекоммуникационный центр, плавательный бассейн и штаб-квартира гражданской обороны (рис. 14).

Основной причиной их размещения под землёй была нехватка территории на поверхности в центре города, требования удобного контроля внутренней «окружающей среды», т.е. запылённости воздуха, стабильности температуры и влажности, а также возможность военных или террористических опасностей.

Главный зал телекоммуникационного центра имеет пролёт 13 м, длину 60 м и три этажа с высотой, варьи-

рующейся от 3,6 до 5,2 м. Общий объём пород, извлечённых при экскавационных работах составил 12 900 куб. м.

Телекоммуникационный центр связан с плавательным бассейном туннелями, которые служат общим аварийным выходом. В полости бассейна с пролётом 20 м размещаются 6 дорожек длиной 25 м и детский игровой бассейн с размерами 4×8 м. Стеклянной стеной он отделён от небольшого спортивного зала, который используется также как зал собраний.

Оборудование вентиляции и кондиционирования расположено под главным туннелем доступа. Воздух в главном зале заменяется 4 раза в час, в гардеробе и душевой — до 20 раз в час. Установка очистки воды установлена под детским бассейном. Общий объём воды 700 куб.м меняется 4 раза в сутки. Особого интереса заслуживает факт, что потребление энергии для плавательного бассейна снижено на 45% по сравнению с подобным объектом на поверхности. Общий объём пород, извлечённых при экскавационных работах превысил 11 500 куб.м.

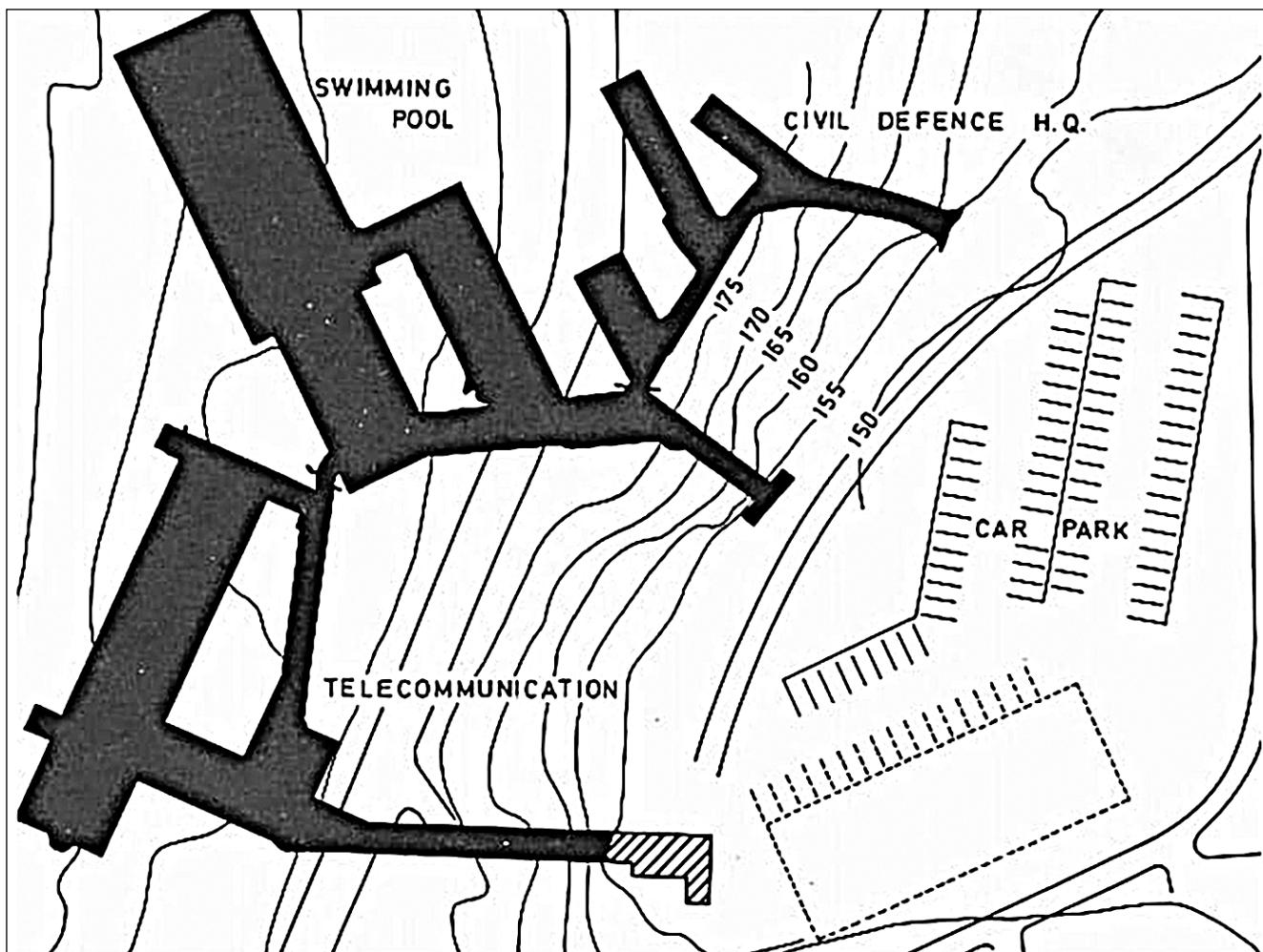


Рис. 14. Комплекс подземных объектов в Гьовике.

<http://about.elsevier.com/media/tust-vsi/v1i2pp87-100.pdf>

swimming pool — плавательный бассейн, civil defence — гражданская оборона, telecommunication — телекоммуникационный центр, car park — автостоянка

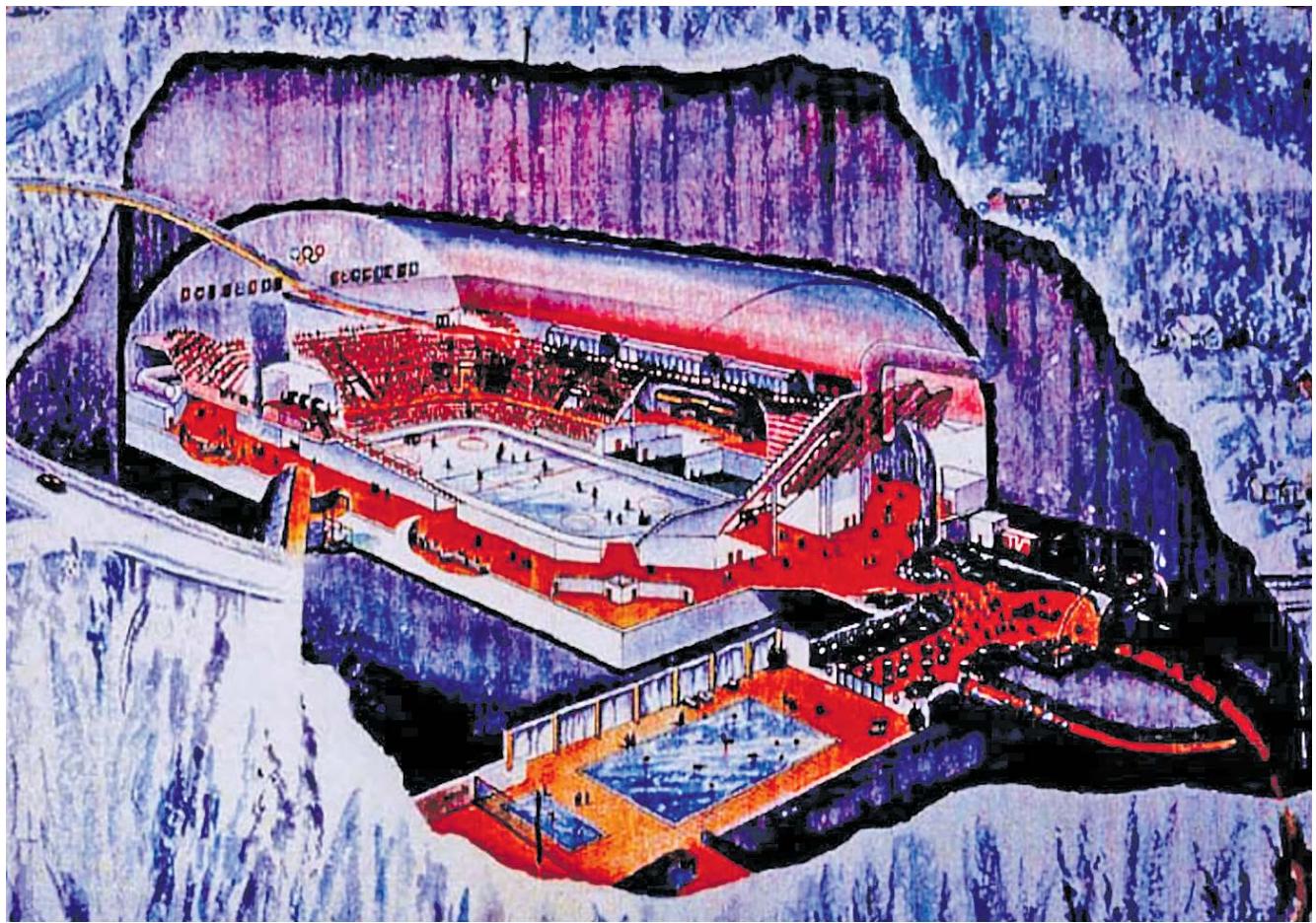


Рис. 15. Представление художника о размерах Олимпийского зала зимних игр в Гьовике.  
<https://www.tunneltalk.com/ISRM-Mueller-Award-Nov10-Nick-Barton-2011-recipient.php>

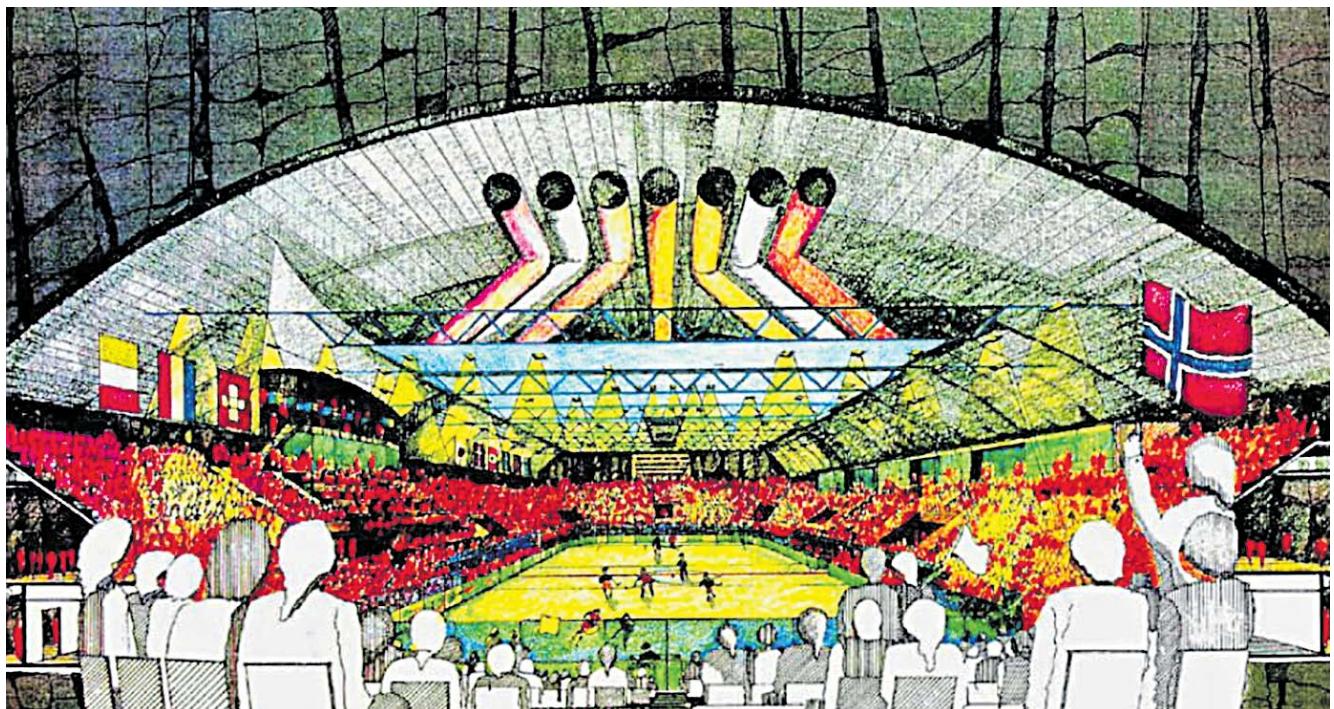


Рис. 16. Инфраструктура в Олимпийском зале Гьовик.  
[http://www.rockmass.net/files/Norwegian\\_tunnel\\_builders.pdf](http://www.rockmass.net/files/Norwegian_tunnel_builders.pdf)

С описанными подземными объектами в 1994 г. был связан Олимпийский зал зимних игр с длиной полости 91 м, максимальной высотой 25 м и огромным пролётом 61 м, построенный к зимним Олимпийским играм в Лиллехаммере. Зал рассчитан на 5500 зрителей. На сегодня у него наибольший в мире пролёт подземной полости гражданского назначения. На рис. 15, 16 показано представление художника о размерах и оборудовании зала. Объём экскавационных работ составил 141 000 куб. м. Толща пород над полостью зала (гнейсы докембрийского геологического периода с развитыми системами трещин) колеблется от 25 до 55 м, то есть оказалась меньше, чем его пролёт.

Опыт строительства таких полостей, полученный в Норвегии, показал, что условие их стабильности без установки тяжёлой крепи — высокие горизонтальные напряжения пород. Этот же вывод подтвердили измерения, проведённые в существующих туннелях. Здесь горизонтальные напряжения оказались равными 3–5 МПа, тогда как вертикальные напряжения на глубине

25–55 м не превышали 1 МПа. Компьютерное моделирование прогнозировало, что прогиб кровли зала будет менее 5–10 мм.

Замеры в ходе буровзрывных работ при строительстве полости (рис. 17–21) показали, что деформации

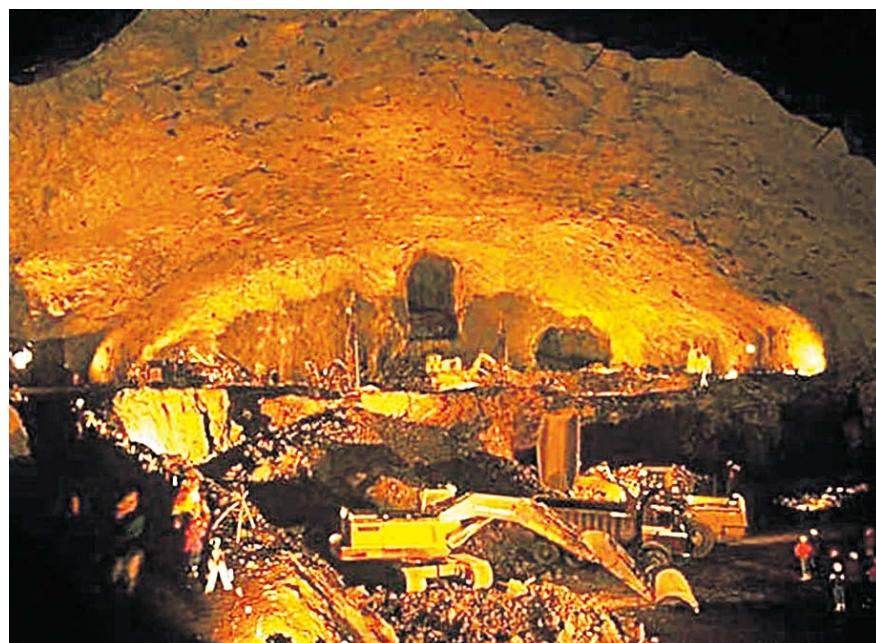


Рис. 17. Экскавация зала Гьовик.

<https://www.tunneltalk.com/Discussion-Forum-Sep10-Iconic-underground-structures.php>

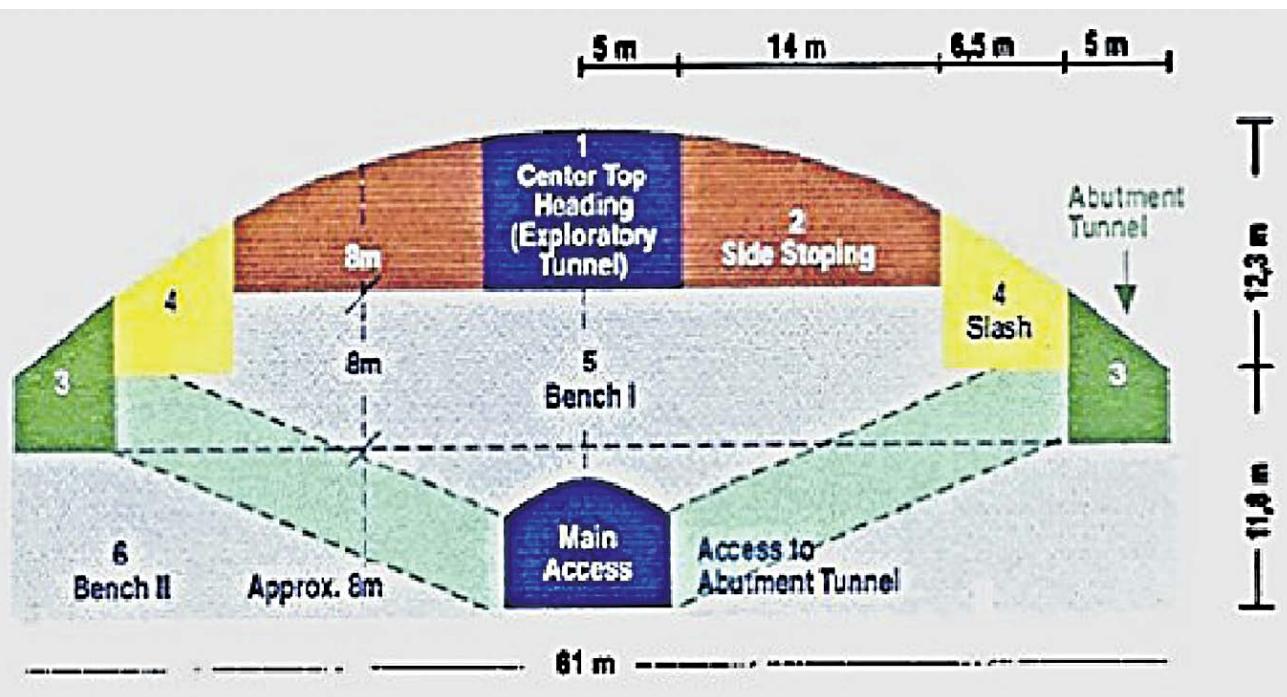


Рис. 18. Последовательность экскавационных работ в сечении Олимпийского зала Гьовик.

<https://www.tunneltalk.com/Discussion-Forum-Sep10-Iconic-underground-structures.php>

center top heading (exploratory tunnel) — pilotnyy (разведочный туннель), side stoping — потолкоуступная экскавация, slash — вруб, abutment tunnel — опорный туннель, bench — уступ, approx. — примерно, main access — главный доступ, access to abutment tunnel — доступ к опорному туннелю

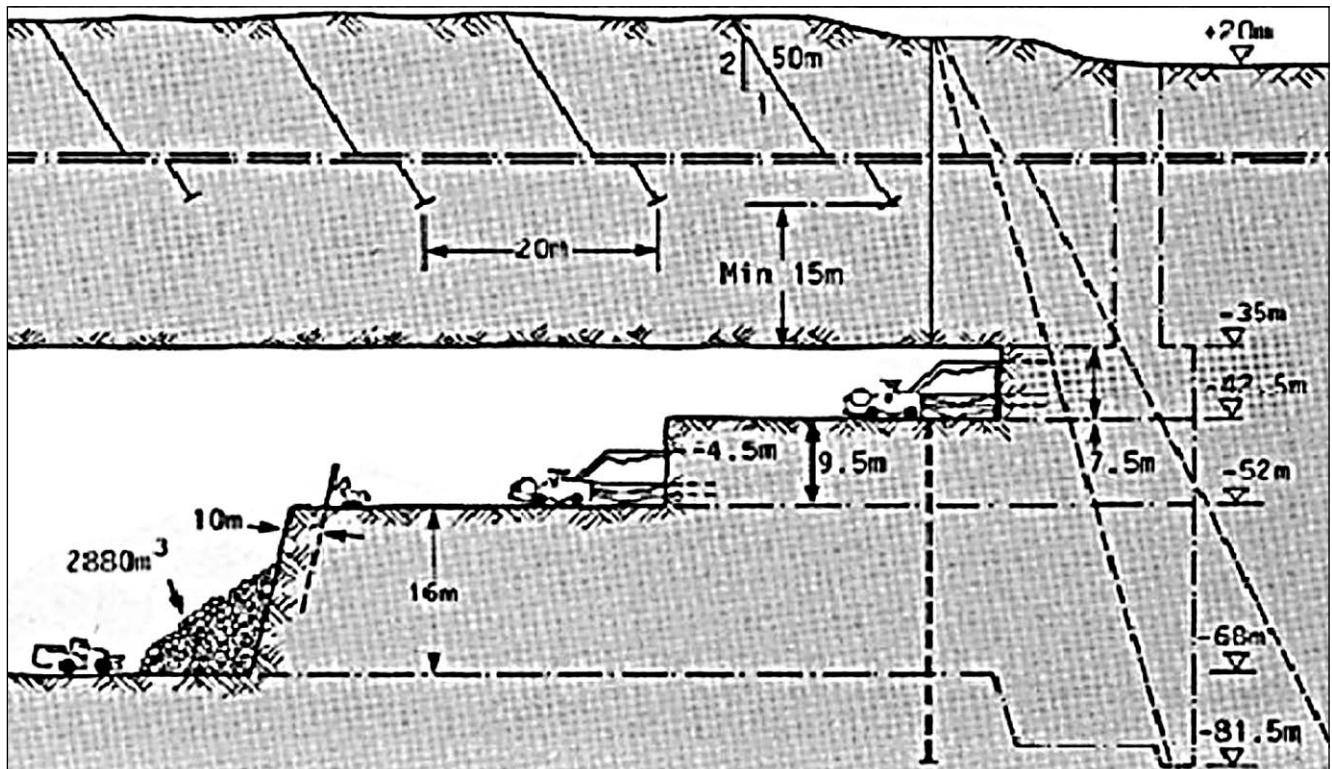


Рис. 19. Последовательность экскавации зала Гьюик (с опережающим пилотным тоннелем и отстающими уступами).  
<http://nff.no/wp-content/uploads/2016/04/Publication-25-Lavoppl%C3%B8selig.pdf>

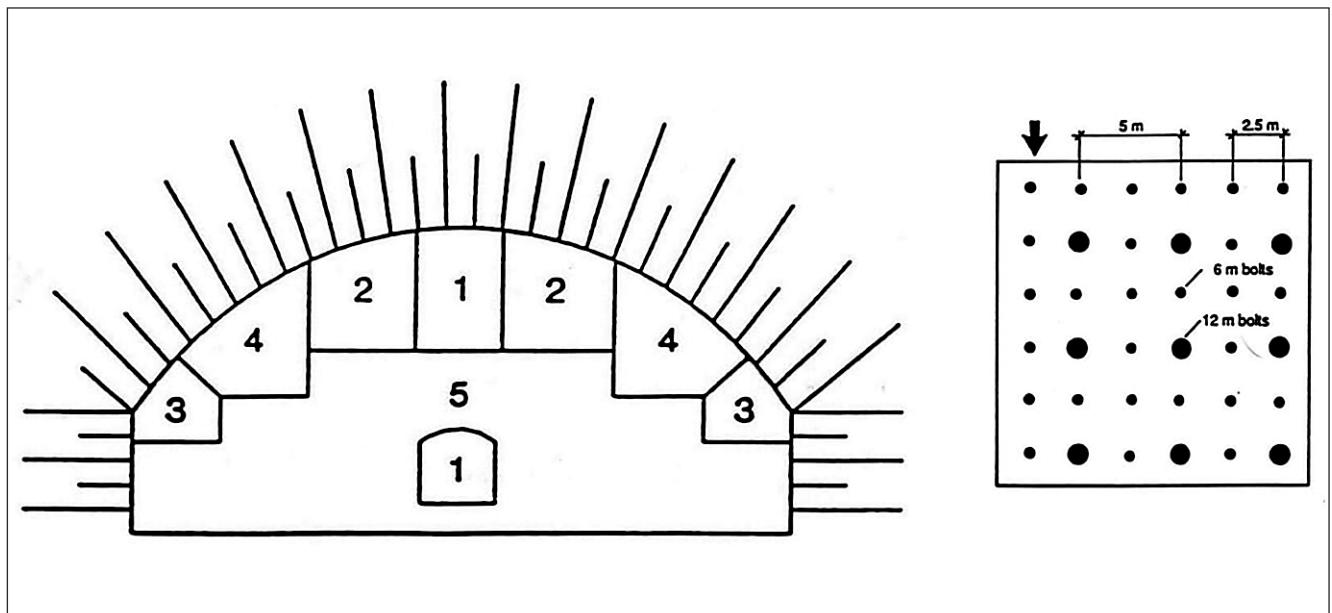


Рис. 20. Крепь полости Гьюик.

<http://www.hssmge.gr/Athens%208H%20lecture.pdf>

металлические болты длиной 6 м, канатные анкера двойной свивки (2×16 мм) длиной 12 м, слой набрызгбетона толщиной 100 мм, армированного стальными нитями, цифрами показана последовательность экскавации полости

кровли стабилизировались полностью через 300 дней и они не превышали 4 мм. Максимальный прогиб поверхности земли над полостью составил 7 мм. Исследования подтвердили, что кровля полости является самоподдерживаемой структурой. Тем не

менее в ней установлены полностью цементируемые арматурные стержни длиной 6 м диаметром 25 мм, расположенные по решётке 2,5×2,5 м, где каждый четвёртый стержень заменяется канатным анкером длиной 12 м. Затем наносится армированный на-



Рис. 21. Открытие Олимпийского зала Гьовик.

<https://www.tunneltalk.com/Discussion-Forum-Sep10-Iconic-underground-structures.php>

брзгбетон с толщиной 100 мм. На рис. 21 показано открытие Олимпийского зала Гьовик.

Проходческие работы в туннелях и подземных полостях Финляндии и Норвегии выполняются буро-взрывным способом. Использование для этих целей буровых туннельных машин считается здесь нецелесообразным. На рис. 22 показана последовательность проходческих работ при экскавации больших подземных полостей. ■

Окончание следует

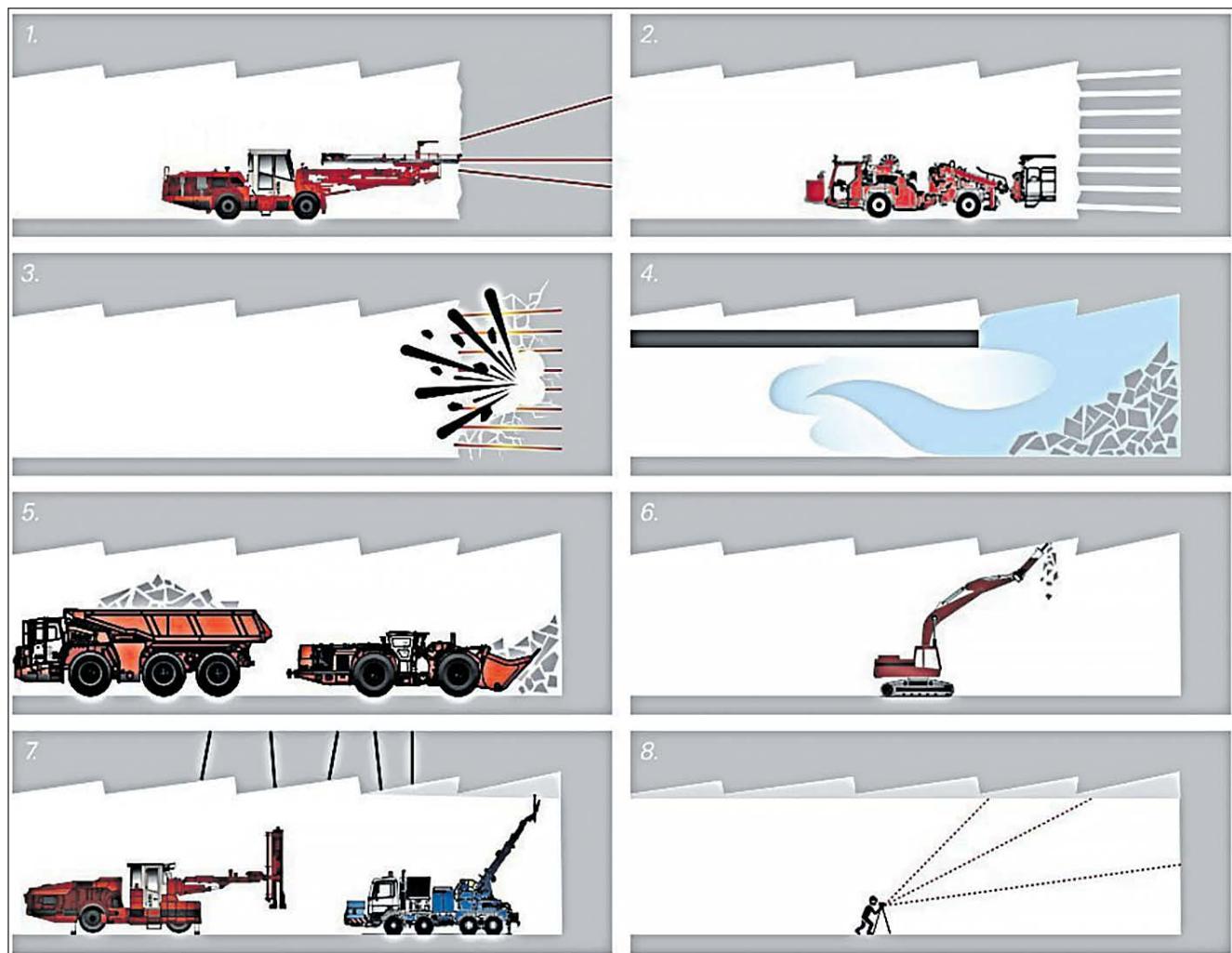


Рис. 22. Цикл буро-взрывных работ при подземном строительстве.

<https://www.hel.fi/static/kv/Geo/urban-underground-space-print.pdf>

1 — бурение, 2 — заряжание, 3 — взрывание, 4 — вентиляция, 5 — погрузка, 6 — оборка отслоившейся породы, 7 — установка крепи, 8 — замеры полости

## На пути к «искусственному солнцу»

Представьте себя в полностью герметичном луноходе, описанном ещё в 1961 году Артуром

рудование, что позволят обеспечить постоянное присутствие человека на поверхности Луны. Но для сбора



Две конфигурации трансформируемого лунохода

Кларком в романе «Лунная пыль». Скоро эти мечты сбудутся. Для этого Японское агентство аэрокосмических исследований JAXA разрабатывает новые технологии и об-

ходимых данных JAXA планирует сначала отправить на поверхность Луны крошечного трансформирующегося шарообразного робота. Во время доставки к спутнику

Земли робот будет иметь форму шара, при этом его диаметр составит всего 80 мм. Достигнув поверхности, 250-граммовый робот получит команду трансформироваться в свою «бегущую форму», после чего он откроется, и две половины защитной сферы будут действовать как его колёса. Миссия трансформера будет заключаться в получении изображений и данных с поверхности Луны, которые будут передаваться на Землю с помощью лунного посадочного модуля. В частности, JAXA интересуется, как реголит, составляющий верхний слой Луны, реагирует на движение лунохода, что, в свою очередь, поможет учёным разработать транспортное средство, способное работать в условиях неземного ландшафта.

## Война роботов уже началась

Прогнозы о том, что следующая война будет войной роботов, становится реальностью. Понапоминание автономный военный дрон впервые напал на людей. Инцидент произошёл в во время стычки между правительством Ливии и силами, верными Халифе Хафттару — командиру отколовшейся фракции Ливийской национальной армии. Повстанцы подверглись бомбардировке с помощью «беспилотных боевых летательных аппаратов и летальных автономных систем оружия», — говорится в сообщении Совета Безо-

пасности ООН. Разработанный турецкой компанией аппарат «Каргу-2» при проведении атаки не получая от операторов никаких команд барражировал в воздухе, применяя осколочный боезаряд для поражения личного состава противника, а также небронированных целей. Масса дрона составляет 15 килограммов, он способен находиться в воздухе до 30 минут.

Дронами «Каргу-2» можно управлять вручную, однако в этом столкновении с ливийцами они использовали бортовые камеры и техно-

логию машинного обучения для самостоятельного поиска врагов и нацеливания на них.

Боезаряд, которым возможно начинять дрон, может быть осколочным для поражения личного состава противника, кумулятивным для атаки на легкобронированную технику и термобарическим для поражения целей в замкнутом пространстве. И дополнительный вариант военных действий — «Каргу-2» объединяются в рой до 20 штук и при столкновении с целью взрываются как «камикадзе».

## От трансформера до лунохода

Идея исследований ядерного синтеза состоит в том, чтобы воссоздать процесс, который Солнце использует для производства огромного количества энергии, когда интенсивное тепло и давление объединяются, чтобы произвести плазму, в которой атомные ядра сливаются с невероятными скоростями. Учёные работают с разными

устройствами, чтобы вызвать и изучить эти реакции на Земле, но эксперты считают токамаки в форме пончиков, такие как EAST в Китайском институте физических наук Хэфэй Китайской академии наук, наиболее многообещающим подходом. В последнем раунде экспериментов работающие над проектом достигли нового мирового рекорда,

## Китай

удерживая плазму в 120 миллионов градусов Цельсия в течение 101 секунды. Это приблизило поиски к получению чистой энергии. В настоящее время это единственный реальный выход для предотвращения катастрофического изменения климата, и чем раньше эти новые безуглеродные источники надёжной энергии появятся, тем лучше.

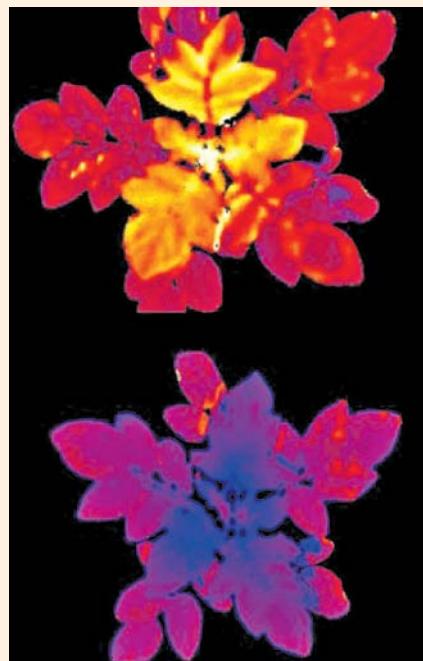
## Япония

## Не нервируйте его, а то засветит

**И**зраильские биологи превратили растения картофеля в «живые индикаторы», получив линию ГМ-растений, которые сигнализируют о своём состоянии слабым свечением.

На фото — одно и то же растение в нормальном (внизу) и «нервном» (вверху) состоянии. Растения обмениваются сигналами совершенно иначе, чем животные, и фермерам бывает непросто заметить проблемы с будущим урожаем. Вовремя понять, что они испытывают стресс и нуждаются в дополнительном уходе, помогут новые ГМ-линии сельскохозяйственных растений, способные сигнализировать об этом с помощью флуоресценции. Биологи из Еврейского университета в Иерусалиме генетически модифи-

цировали хлоропласти картофеля — клеточные органеллы, ведущие фотосинтез и несущие небольшую собственную ДНК, отдельную от ядерной. В них внесли зелёный флуоресцентный протеин 2 (roGFP2), который реагирует на появление в клетке реактивных форм кислорода — обязательных спутников стресса разной природы. Чем больше накапливается таких кислородных молекул и радикалов, тем ярче флуоресцирует растение. Учёные продемонстрировали, что новая система позволяет уже на ранних стадиях распознать наступление стресса, вызванного недостатком влаги, высокой температурой и чесноком ярким освещением. Остался без ответа вопрос, будет ли он также светиться и в тарелке.



## Кто хочет полетать?

**В** линейке реактивных личных летательных аппаратов есть общие черты: многие люди хотели бы летать на них, но очень немногие имеют достаточно средств, чтобы владеть ими. А вот у военных организаций по всему миру и карманы

не пустые, и широкий спектр возможностей для повышения потенциала воздушно-десантных суперсолдат.

Королевские морские пехотинцы Великобритании вполне успешно применили реактивный костюм

## Великобритания

Gravity в демонстрационных упражнениях по посадке на корабль.

В одном упражнении пилот реактивного костюма запускается с жесткой надувной лодки в погоне за кораблем среднего размера, приземляется на палубу и сбрасывает через борт лестницу, чтобы остальная часть команды могла взобраться на неё. Через секунду он демонстрирует способность быстро перемещаться между кораблём и маленькой лодкой, даже когда она подпрыгивает на пологих волнах. В третьем три морпеха в реактивных костюмах быстро высаживаются на палубу этого корабля.

Кто знает, войдут ли эти вещи в практику, но они, безусловно, предлагают уникальные возможности, хоть и не лишены рисков и недостатков, поскольку у человека, летящего по небу, нет укрытия, а за спиной — огромная цель для врагов.



Источники информации и изображений: cambridge.org, phys.org, headtopics.com, bbc.com, zmscience.com, sciencealert.com, Wikipedia, flickr.com, Getty Images, Reuters, The Ocean Agency, Science Photo Library, G. ToselloMusée d'histoire Naturelle

## Израиль



Фото автора  
и из личного архива Молостовых

# Елена ЧУЛКОВА

# Вейся, веретёнце, весело кружись



Окончание. Начало см. в № 7 за 2021 г.

## Поэзия ручного труда

**Н**емало убеждённых в том, что умеют прядь, и немногие владеют этим ремеслом.

— Чтобы связать «конфетку», шёрстку надо «вынянчить», — делится Лена. — Тщательно осматриваю каждое волокнышко, на ощупь сортирую, отделяю грубую оставшую шерсть от мягкого и богатого по цветовой гамме подшёрстка. Это утомительно для зрения. Ведь у колли или кавказской овчарки до 15 оттенков! Стриженую или вычесанную шерсть длиной не менее 3 см, не атакованную молью, вручную очищаю от травинок. Выбираю катышки, колтуны. Уходит масса времени. Не полезна и шёрстная пыль («сечка»), от неё весопотеря. Прошу хозяев питомцев приносить нестираную массу, но без колючек и ости. Из-за недобросовестных представителей прядильного сообщества, перекупщиков многие обычателья, увы, перестают верить в подлинное качество ручного труда, который должен быть достойно оплачиваем и уважаем.

«Спрядём шерсть» — стандартная фраза. Но сырьё животных прядётся и стоит неодинаково, в зависимости от породы, пола, возраста, состояния. Елена больше

работает с собачьей шерстью, длинной и короткой, вчистую и с дополнением разных видов пряжи. Реже — с овечьей, пухом козы, кролика, песца, енота, лисы, верблюда. Мастерица признаётся, что в 2011 г., впервые увидев козий пух, спряла его как собачью шерсть, получив «на выходе» клубочек-ёж. Не учла, что скрутка для пуховой нити меньше. В условиях конкуренции лишь одна из пуховниц объявила, в чём состояла ошибка.

— Покупая, интересуюсь у продавцов, что они имеют в виду под словом «чёсаный», — уточняет Елена. — Привозили мне из Волгоградской области ценный щипаный пух со степных коз придонской (урюпинской) породы. Он содержит ланолин и поглощает влагу, как фильтр, выручая человека на суровом Севере и в жаркой пустыне, защищая от холода и перегрева, как и собачья шерсть. Стричь его в деревнях считалось варварством. Шелковистое «золото» серого и белого оттенков дороже стриженого пуха и мягче.

Перед прядением очищенное сырьё мастерица стирает, кроме бобтейла и пуделя, короткошёрстных и козьего пуха, чтобы оно не свалилось. Шерсть ньюфаундленда, чау-чау, склонную к сваливанию, — с осторожностью.

— Выручает специальный гель,— делится секретами пряха.— Заказываю его на косметической петербургской фабрике. Уместны порошок (шампунь), кондиционер для ополаскивания. После сушки перечёсываю пять раз, чтобы оттенки были насыщеннее, волокна ровнее, пряду, ссучаиваю и перематываю в клубки. В свитере из стопроцентной собачьей шерсти активному человеку или спортсмену жарко. Чтобы вещь не пушилась, держала форму, рисунок, да и в целях экономии шерстяную нить ссучаиваю с акрилом, нитью из альпака, тонкого меринаса.

Сегодня со знаниями и навыками можно импровизировать, создавать даже пряжу-букле желаемого оттенка, на основе натуральной или разноцветной промышленной. Наградой умелице-фантазёрке станут неожиданные открытия.

— При перекосе клубки держу 10 минут в пароварке (не в мультиварке) или в дуршлаге над кипящей водой,— продолжает Елена.— Спиралевидная нить выравнивается, паразиты погибают. Минуя пароварку, можно стирать пряжу в пасмах. Она становится мягче, грязь уходит.

Не раз шокировала её в мокром виде, била о стенки ванной. Сестра шутила: «Лена пряжу наказывает». После стирки вещь не выжимаю, заворачиваю в полотенце, сушу в комнате на горизонтальной поверхности.

Качество, как и факт, упрямая вещь. Перекупщики, как известно, для придания товарного вида изделиям, нередко искусственно их пушат. При этом, по словам пряхи, повреждается структура нитей.

— Пух быстро «вылезает», уменьшается срок службы вещи,— уточняет Елена.— Плотно связанное изделие само по себе станет мохнатым при его использовании и дольше прослужит. Пушится вещь из любой шёрстки «четвероногих». С теми же, кто жаждет на живы, нам не по пути.

## Была бы шерсть, а прядка сыщется

На этапах обработки сырья, прядения, вязания задействованы руки или руки и ноги. В наши дни и молодёжь мечтает прядь либо найти такую работу, чтоб «выкроить» для этого больше времени, а то и жизнь посвятить. Увлечённые натуры менее тревожны и не склонны к депрессии. Сегодня телефон Лены горяч



Елена Молостова и её Айда

от звонков и сообщений. В её группе «Пушистая сказка» в соцсети более 3000 прях-мастериц из России, Украины, Испании, Франции, которые делятся успехами в рукоделии, обмениваются опытом, сырьём. Сопутствующая группа «Прялки-моталки» посвящена оборудованию. Участники спрашивают у Молостовых, бывалых мастеров, совета, что и у кого купить, как продать инвентарь, чтоб не попасть в сети мошенников, так как на рынке возможны и подделки.

— Улыбка, энергетика пряхи — верхушка айсберга, за неё титанические усилия,— рассказывает собеседница.— Среди моих учениц, которые побывали в мастерской,— и женщины на пенсии, и собачники 25–50 лет, «загоревшиеся» желанием прядь, и дамы до 35 лет, не равнодушные к исторической реконструкции, и просто любопытные особы. Чаще в соцсетях отвечаю на вопросы о создании пряжи, обработке сырья, показываю атрибуты прядения, изготовленные в мастерской, и свои изделия из шерсти. Записываю ёмкие видеоИнструкции и размещаю их в соцсетях.

Елена считает, что инструменты лишь помогают крутить, остальное зависит от мотивации и терпения.

— Учиться лучше в подростковом возрасте, на русском веретене и негромкой самопрялке,— советует



Панно  
в мастерской  
Молостовых



Елена за миниатюрной северной самопрялкой

мастерица. — Она и в XXI в. вне конкуренции. Скорость на ней регулируется прядущим, в отличие от советской электрической, не рассчитанной на работу без перерывов с учётом мощности двигателя. Главное — усвоить принцип, технику выполнения, приручить инструмент. Не менее двух лет труда и сноровки принесут результат, если не лениться и не опускать руки. Чтобы минимизировать риск хронических заболеваний, разумнее сразу обустроить в доме прядильное место, на стуле с высокой спинкой, хорошим освещением, надевать респиратор. Через каждый час отдыхать, делать гимнастику.

Подростком Елена перенесла дважды травмы позвоночника. Потом врачи, таблетки, процедуры... Из-за прежней безотрывной работы дают о себе знать адская боль в пояснице, сколиоз, радикулит, остеохондроз.

— Ежедневно час гуляю пешком, и ещё у меня два выходных в неделю, — говорит Лена. — То, что хорошо мастерам, не всегда подходит ученикам. Скорость сперва не нужна, иначе нить будет клюковатая. Тоньше и ровнее она станет, когда руки научатся, появится баланс в прядении. У хороших пряхи развита координация, моторная память, процесс доведён до автоматизма. Крутит нить или стучит спицами и смотрит телевизор. Неслучайно пожилые сожалеют: «Руки не видят». На первых порах я надевала на запястье ниточку нужной толщины и по ходу дела сравнивала её с получаемой.



Готовые изделия в «Пушистой сказке»

Приобретении скорости и качества можно переходить к более солидному электромеханизму.

Стопроцентная шерстяная ниточка в традиционном прядении в идеале одинакова, ссучена вдвое, без перекрутов. В противном случае Лена, будучи перфекционистом, считает её браком. Но свои правила не навязывает. Да и в народном мастерстве их нет. Ученицы благодарят её за новые знания, «шерстяные» советы, помочь в осуществлении мечты, преодолении страха перед электропрялкой.

— Ценится тонкая нить, но её и прядь сложнее, а от короткошёрстных и невозможно, — признаётся профессионал. — Для носков самопряденная нить всегда плотнее, из ссученных нитей усиленного кручения. Прочность зависит от их толщины и состава, породы собаки, стиля прядения, вязания. Пару носков из собачьей шёрстки я ношу дома год вместо тапок, а то и несколько лет. Мужу и сыну — на месяц пары хватает.

Способная пряха мастерски спрядёт на любом инструменте, будь то веретено, самопрялка или электропрялка.

— Но учиться прядь надо без основы, тренируясь на магазинной шерсти для валяния, — наставляет Лена. — На Руси ни одна уважающая себя и свою репутацию пряха не пряла на нить, зная, что через год от вещи останется «голая» основа. Традиционно пряли длинное волокно, не собачью, а овечью шерсть и козий пух.

## От купальника до пальто

После долгой тренировки из са-моучки-любителя Лена выросла до мастера с 30-летним стажем. Кило-метры нити спряла из шерстки собак более двадцати разных пород и дру-гих животных. У виртуоза-метеора пять вещей на спицах, «выстраива-ются в очередь мысли-звери».

— Сажусь за инструмент после полудня и работаю до поздней ночи, — рассказывает Лена. — Жаль, что в сутках 24 часа. Завораживает сам процесс, его монотонность сродни медитации. Пряду шерсть и мысленно рисую фасон. Или наоборот: придумаю вещь либо увижу где-то и подбираю «по мотивам» к ней го-товую пряжу, изменяю и дополняю увиденный рисунок или схему. Пом-нью, «сварганила» для себя стильный купальник из акрила с люрексом, и в нём было совсем не жарко.

В 2011 г., обидевшись на слова «Да ты и платка не свяжешь», за четыре месяца Лена смастерила спицами пятикруговый платок-паутинку из козьего пуха, спрятанного на само-прялке. Большой платок выполнила по правилам оренбургской техники прядения и вязания. Он получился нарядным и проходил сквозь муж-ское кольцо. Сколько уютных, сим-патичных вещиц в прядильной ма-стерской, не счесть: от носочеков 12 см для новорождённого до ком-бинезона для двухметрового муж-чины. Ребёнку в самый раз пинетки, тапочки из пуха енота и шерсти пу-деля, тибетского мастифа, триколор-ной колли. Невероятной силой вдох-новения наполнено пальто из шёр-стки самоеда, со славянским узором и ручной вышивкой — мордочкой самоеда с его обезоруживающей улыбкой. Из такого нежнейшего подшёрстка связаны и платья, и пе-леринки, и бактус, незаменимый в ненастную питерскую погоду. Аксессуар спасает от стужи зимой, про-хладного ветерка весной, палящего солнца летом и созвучен с именем вязальщика Бактуса, героя сказки норвежского писателя. Детям и взрослым, женщиным и мужчинам мастерица вяжет головные убо-ры, свитеры, джемперы, туники, пончо, майки, универ-



**Вязаный комбинезон для двухметрового мужчины**



**Пуловер из нежного подшёрстка самоеда**

сальные снуды (воротники-маниш-ки, корсеты, юбки) и даже нижнее бельё. В таких шерстяных изделиях хоть на Северный полюс! Тем, кто трудится и отдыхает на воздухе, во-енным, спасателям, альпинистам, охранникам, рыболовам и охотни-кам, не страшен в них ни лютый мороз, ни сквозняки и сырость. Уме-лой рукодельнице удаётся и комби-нировать. Примеры тому — жилет из подшёрстка колли, кавказской овчарки, ньюфа, бобтейла, пуделя, с овечьей шерстью и козьим пухом. Замечательны варежки, мужские митенки из мягкой колли в сочета-нии с жёстким бёрнским зенненхун-дом, носочки из кавказской овчар-ки и ньюфа. Густой подшёрсток пекинеса прекрасно расчёсывается, и прядь это воздушное чудо, как и длинный пух козы, — одно удо-вольствие. Для комбинезонов собач-кам использует овечью шерсть, сме-шанную с сырьём кавказской овчар-ки, алабая или пухом лисы, а также смесь колли и альпака. Посчастли-вилось Лене работать, например, с шёрсткой хаски, московской сто-



**Пончо из подшёрстка колли**

рожевой, кеесхонда (вольфшица), мощного лохмато-го леонбергера и многих других собак.

География заказов на изделия и пряжу Молосто-вых на российском и международном уровне огромна.

В мастерскую обращались жители Москвы и Московской области, Энгельса, Великого Новгорода, Новосибирска, Якутска, Архангельска, Ханты-Мансийска, Краснодара, других городов и сёл. Экспортные заказы супруги отмечают флагами на карте мира.

— Три года назад уроженку Дании порадовали белоснежным пальто из шёрстки самоеда и с вышивкой его мордочки, а в одну из стран ближнего зарубежья отправили накидку и пулlover из подшёрстка собаки этой же породы, — говорит Елена. — Жителю Германии двухметрового роста выслали свитер из шерсти кавказской овчарки, а в ноябре 2018 г. ему же — серый комбинезон из шёрстки кеесхонда и гольфы 43 размера — из самоеда. Носки не раз отправляли в США, штат Колорадо, Канаду и ЮАР, а следочки и спортивные гетры — в Израиль, где зимой в домах зябко.

Рукавицы, носки, антирадикулитные пояса, наколенники (нарукавники, напульсники) из колкого сырья от кавказской овчарки и двойной «полярной» шёрстки элегантного белого шпица; от соболиной колли, густошёрстных ньюфаундленда и водолаза одни носят по показаниям врачей. Другие в них спят, в целях терапии

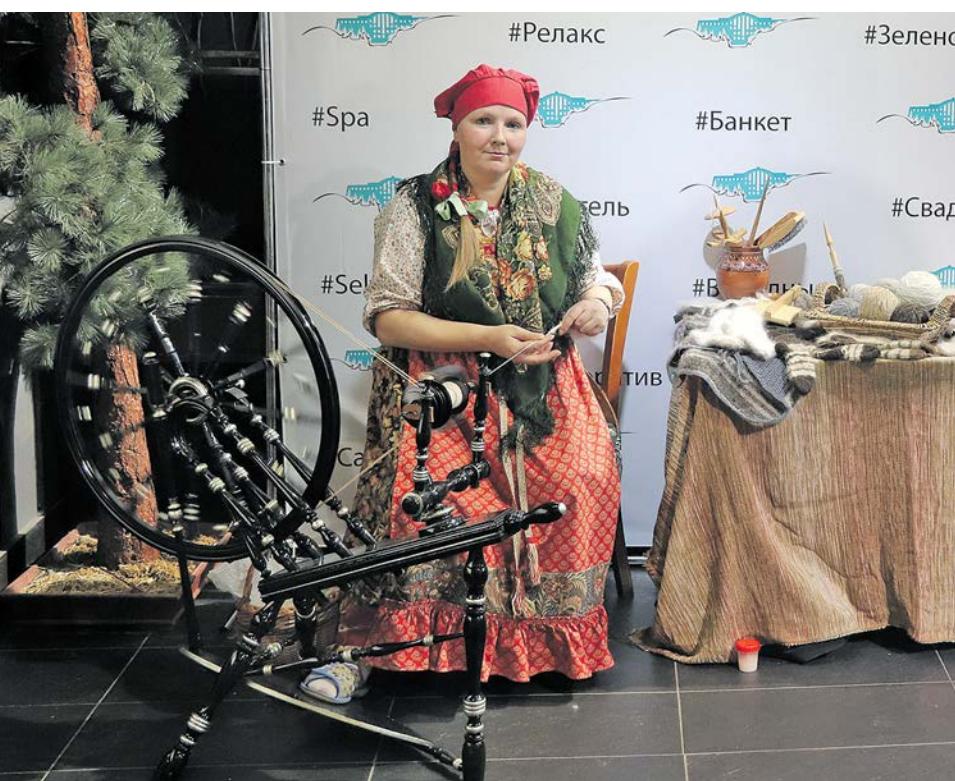
— На ремесле не разбогатеешь, но и голодным не останешься, — убеждена Лена. — После «пуховой страды» (линьки), благодаря питомцам, и себе на кусок хлеба зарабатываем, и четвероногим друзьям на корм. Для семьи вяжу нечасто, как сапожник без сапог, но близких одариваю. Хотя они не приветствуют такие «сюрпризы», видя «изнанку» неимоверно тяжёлого труда. Поддерживаем московский кинологический центр «Собаки — помощники инвалидов». Для особых детишек, ограниченных в движении, некоторые владельцы «пушистиков» безвозмездно отдают шёрстку. Прядём, делимся клубочками, дарим комплекты ребятне к Новому году.

## В домашней коллекции

Одни расстаются без сожаления со свидетелями жизни, другие берегут атрибуты старины. У Елены образовалась дома коллекция из 14 разных электрических прядлок заводской сборки советских лет, половина из них — уникальны. В числе экспонатов — «Уфа-1», «Уфа-2», «Миэла», «Вектор», «Метелица», «Чаровница», «Эрго», БЭП-01. Шедевры инженерной мысли отличаются и производителем (заводом), и характером. Что-то приобретают, обменивают, «обрастают» чудо-инструментами для профи и начинающих, прядения толстых и тонких, мягких и колючих нитей. Недавняя «обновка» — электропрядлка конца 1980-х гг. Саратовского завода тяжёлых зуборезных станков. В планах у Елены — собрать все виды заводских электропрядлок эпохи СССР и информацию о них, а затем иностранные.

— Не остановлюсь — соберу, — говорит Лена. — Раньше не в каждой семье самопрялка стояла. Теперь у новичка при выборе инструментов и материалов глаза разбегаются. Доводилось работать на разных самопрялках. На первой берёзовой «малышке» с мизерным натяжением, появившейся впервые у меня десять лет назад, работала всего год. Эта одушевлённая самопрялочка досталась мне от пожилой деревенской женщины, у которой уже не хватало сил прядь. Супруг не раз её чинил,

и прялочка терпела. Если я пытаюсь наладить, прекрасно работает. Устану — и «помощница» хуже крутит, нитку-привод сбрасывает, будто твердит: «На сегодня хватит». Если срочный заказ, прошу, чтобы позволила допрясть, и та выполняла. Была и другая «рабочая лошадка», волгоградская вертикальная самопрялка, для



**Мастер-класс Е. Молостовой по прядению шерсти на северной самопрялке «Скандинавия»**

или при малой подвижности. Страдающие от ревматизма, радикулита, остеохондроза верят в целебность «кусачих» изделий с эффектом микромассажа, надевая их при простуде, переохлаждении и ушибах. Укутавшись в пушистую вещь — и нервы спокойнее, и голова не так болит, и мышцам и суставам комфортнее.

прядения козьего пуха. Она «перекочевала» от меня со временем к «коллеге по цеху». Ещё одна «трудяга», северная, стала прототипом самопрялки «Василиса».

В пёстром домашнем собрании — самопрялка в классическом русском стиле «Василиса» 2012 года выпуска от петербургского токаря, партнёра мастерской. У неё три катушки: две для прядения и одна для ссучивания. Такая модель-трансформер в зависимости от вкусов и стиля пряхи выдаёт нить любой толщины.

Даже с самым капризным инструментом Елена найдёт общий язык. Спредёт и на карандаше. Техническая составляющая у неё дополняет творческую. Третий год ведёт таблицу запасов, суммируя вес и метраж, фиксируя каждый клубок (с биркой о породе и кличке поставщика), каждое связанное изделие.

— В 2018 году спрятала всего 44 кг шерсти общей длиной двойной нити 70 км, а в 2019-м — 35 кг 300 г (67 км 200 м), связала 47 изделий, — подводит итог труженица. — В среднем в месяц мой «урожай» около 6000–8000 м сущеной нити, то есть почти пять килограммов сырья. Храню это «добро» при низкой температуре, в гараже, на открытом балконе, в полиэтиленовых пакетах с пластинками против моли. Раз в три месяца перебираю свои шерстяные запасы. Стараюсь успевать, режим «много работы — мало сна» привычен. Сын взрослый, самостоятельный. Муж, родители, друзья поддерживают, от этого всё спорится в руках.



Денис и Елена Молостовы

## Век нынешний и век минувший

Совмещая вековые устои, наследие, традиции и современность, Елена и Денис считают, что прядение отнюдь не архаичное занятие бабушек. Супруги адаптируют промысел под реалии наших дней, чтобы народная мудрость не рассеялась как туман. По их мнению, рано вносить прях и прялочников в Красную книгу. Они настолько увлечены делом, что порой ночуют в окружении плодов своего труда. Стремятся к самообразованию. Постоянно расширяют спектр изделий, несмотря на периодическое отсутствие спроса и сюрпризы сезона. Например, минувшая зима выдалась тёплой, дождливой, а весна, наоборот, неласковая, со снегом в мае. Для плюсовой температуры Елена придумала вязать тонкие перчатки и носки. После стирки они выглядели неказисто. Увидев на просторах интернета блокираторы, выравнивающие такие изделия, сделали подобные заго-

товки из поликарбоната. После стирки и высыхания на блокираторах перчатки и вид обрели эстетичный, и форму руки нужного размера. В прошлом году Лена испытала ткацкий станок, изготовив из подшёрстка самоеда тонкий женский палантин словно облако, мужу — шарф из тибетского мастифа, а после — молочно-белое одеяло из шерсти самоеда. Денис трудится у станков над новым приспособлением, которое упростит будни прях.

В условиях пандемии коронавируса и над семьёй Молостовых будто дамоклов меч повисли вопросы о том, как дальше жить. К счастью, ситуация нормализовалась.

Любовь к делу сильнее всех преград. Интерес к ремеслу объединяет прях, вязальщиц всех времён и народов, разного возраста, образования, профессии, религии. Инструменты для прядения, битья и чесания шерсти экспонируются в музеях, представлены в антикварных магазинах. Но они не должны быть только экспонатами. В колледжах, вузах, по мнению супругов, необходимо больше внимания уделять истории народных художественных промыслов, в том числе пуховязания. Ведь живое ремесло — источник здоровья, духовного и физического, прекрасного настроения и заработка.

— Прядение — моя зона комфорта, приносит удовлетворение, веру в себя, — говорит Елена. — Если долго не пряду, чувствую, чего-то не хватает, рвусь в мастерскую. Орудия прядения и на даче при мне. На досуге расслабляюсь, если смотрю корейские и американские сериалы. Из отечественного кино люблю музикальную киносказку по сценарию Стругацких «Чародеи». Силами заряжает природа, лес. ■

Андрей Анисимов

# Иголка

С вершины холма корабль был виден целиком, от носа до кормы — громадная серебристая глыба металла, упирающаяся обтекателем в низко нависшие облака. До него было километра два, не меньше, но надпись на борту читалась чётко: «Дротик». Как и бортовой номер. Без сомнения, это был тот самый корабль, но окружающие его жилища аборигенов как-то не вязались к этому месту, где совершил вынужденную посадку достаточно крупный космический аппарат. Выхлоп дюз должен был превратить всё в радиусе полукилометра в сплошное пепелище, а почву — в спёкшуюся от чудовищного жара корку. Между тем там вовсю зеленели сады, да и на склонах окружающих поселение холмов не было никаких признаков бушевавшего когда-то огня.

Андрей Горницкий отнял от глаз бинокль и хмыкнул.

— Непонятно. Я прекрасно помню, что произошло с «Валькирией», когда та садилась на такую же песчаную почву. Корабль того же класса. Она чуть не утонула в озере расплавленного стекла, которое сама же и породила. А здесь — ничего.

Лежащий слева от него Евгений Черняк пожал плечами:

— Может там почва совсем и не песчаная.

— Это ничего не меняет. Выхлоп должен был изуродовать эту местность до неузнаваемости. Ты сам прекрасно знаешь, какие шрамы оставляет плазменная струя.

— Полвека — немалый срок, — резонно заметил Черняк. — Всё могло измениться.

— Построить что-либо на спёкшейся почве — не проблема, а вот насаждения... В шлак и стекло дерево не посадишь.

— Бог с ними, с насаждениями, — сказал расположившийся справа от Горницкого Егор Палуев. — Лучше подумайте, как попасть на корабль.

— Вопрос, — отозвался Черняк. — Селение немаленькое, а он в самой середине. По задворкам не пройдёшь.

— Думаю, лучше всего это сделать вон с той стороны. — Палуев вытянул руку, указывая на тянущуюся от околицы до самого центра длинную, клинообразную полосу зелени. — Видите? Лесок. Что-то вроде парка. И строений совсем нет...

— Пожалуй, да, — согласился Черняк.

Горницкий снова припал к биноклю.

— Гм. Вот дела!

— Что там? — насторожился Палуев.

— Он открыт и внутрь местные входят.

— Скверно, — Черняк закусил губу. — Они там дров наломают. Повытаскивают всё... Если уже не вытащили.

— Пускай тащат, — сказал Палуев. — Лишь бы остались нуль-передатчик. А его не так-то просто взять. Как и резервный генератор. Вряд ли им под силу вскрыть контейнеры из бронеллита.

Горницкий издал неопределённое «м-м», продолжая разглядывать корабль. Черняк с Палуевым тоже замолчали, думая каждый о своём.

Экипажу «Дротика» в своё время здорово повезло: спасатели сняли их с разбитого корабля быстрее, нежели до них сумели добраться местные. В мире, населённом воинствующими гуманоидными племенами, чужакам-пришельцам пришлось бы несладко. Конечно, стены родного корабля и кое-какое оружие давали им возможность обороняться, но бесконечно долго так продолжаться не могло. Аборигены, достигшие уровня земного средневековья, рано или поздно, наверняка придумали бы какую-нибудь каверзу, пленив или убив, в итоге, людей. Тогда посланный посредством нуль-передатчика сигнал спас их от невесёлой перспективы держать осаду в собственном корабле.

Теперь в этом средстве связи остро нуждались ещё трое землян. Потерявшая управление и рухнувшая в океан «Альциона» лишила их возможности даже послать зов о помощи. Крошечная спасательная шлюпка, которую тоже пришлось утопить, имела передатчик, радиус действия которого не превышал размеров здешней планетной системы. Требовалось нечто более мощное, и это нечто находилось на брошенном в этом варварском мире «Дротике». Если аборигены не «выпотрошили» его подчистую, шанс на успех оставался. Правда, для этого нужно было ещё добраться до передатчика. Но это уже мелочи. Самое главное, они нашли сам корабль. Имея лишь обрывочные сведения о той аварийной посадке, дойти до нужного места, постоянно скрываясь при этом, оказалось совсем не просто.

Горницкий повёл биноклем в сторону клинообразного «парка». Да, место, похоже, подходящее. Много деревьев, и совсем нет строений. Если ночь будет тёмной, пройти там незамеченными не составит большого труда.

Горницкий снова опустил бинокль и завертел головой, оглядывая по очереди своих товарищей по несчастью.

— Ну что, дожидаемся темноты и вперёд?

— Да. — Черняк потрогал приторченную к поясу кобуру нейтрализатора, словно это прикосновение вселяло в него уверенность в благополучном исходе вылазки. Потом посмотрел в хмурое небо. — Смеркаться начнёт часа через три.

— Тогда поспешим. — Горницкий спрятал бинокль в футляр и начал отползать назад. — Придётся сделать



немалый крюк, чтобы не попасться на глаза местным. Пошевеливайтесь, парни. Времени у нас в обрез!

\* \* \*

«Парк» оказался самым обычной лесной чащобой, не имеющей ничего общего с оккультуренными насаждениями земных парков. Впрочем, это только облегчило им задачу: не пришлось даже прятаться. Корабль уже громоздился перед ними, подобно скале, когда в сплошном облачном покрове неожиданно появились разрывы, в один из которых немедленно «выпрыгнула» здешняя луна, раза в три больше, чем земная, и куда более яркая. «Ночное солнце» тут же залило всё вокруг неестественно ярким, мертвейцки белым светом.

— А чтоб её! — прошипел Палуев, прячась в тень. — Только этого нам не хватало.

— Не беда, — откликнулся Черняк. — Мы уже у цели. Вон люк.

— По-прежнему открыт, — проговорил Горницкий, всматриваясь вперёд.

Черняк поднял нейтрализатор. Заметив это движение, Палуев бросил:

— Поставь мощность поменьше. Кто знает, как на местных действует стан-излучение. Не хотелось бы оставлять после себя трупы.

— Будь по моему, я бы мощности прибавил, — проворчал Черняк, однако совету послушался.

Возле корабля тоже никого не было. Удостоверив сей факт, трое землян быстро пересекли разделяющее

заросли «парка» и корабль открытое пространство, спрятавшись под кормовым срезом.

Ощупав обшивку, Горницкий озадаченно хрюкнул:

— Странная она какая-то. Поверхность — словно мятая фольга.

— Не забывай про прохождение сквозь атмосферу и хороший удар о грунт, — напомнил Палуев.

— Спасибо за напоминание. А то я не знаю, как выглядит обшивка после нагрева и ударной деформации...

— Нашли время для экспертизы, — зашипел на них Черняк. — Нам наверх. Пошли!

Люк находился на высоте пяти или шести метров над уровнем земли, и хотя эта сторона корабля была теневой, его хорошо было заметно благодаря льющемуся изнутри тусклому мерцающему свету. Как и поднятую наверх площадку подъёмника. Подъёмником, видимо, не пользовались все прошедшие пять десятков лет, однако местные решили проблему доступа в корабль по-своему: наверх вела широченная и довольно крутая деревянная лестница, увенчанная ещё одной, деревянной же, площадкой. Стараясь производить как можно меньше шума, космонавты быстро взобрались по этому импровизированному трапу, нырнули внутрь корабля и встали как вкопанные, открыв от удивления рты.

Внутренности корабля являли собой странное зрелище. Сразу за входным люком обязана была находиться шлюзовая камера, однако вместо шлюза, имело место что-то вроде туннеля, выложенного из североватого камня, со сводчатым потолком, который

облизывали коптящие языки пламени двух масляных светильников. Крышка внутреннего люка отсутствовала, и сквозь «люковый» проём был виден обширный зал, уж точно не являющийся ни каютой, ни трюмом, ни каким другим корабельным помещением. Таких просторных помещений в «Дротике» попросту быть не могло, но не это было самое удивительное, а то, как оно выглядело. Пол устилали плотно подогнанные каменные плиты, а стены были задрапированы какой-то плотной грубой материей, поверх которой располагались нити кабелей, трубопроводы и распределительные коробки. В неверном свете коптящих внутри светильников они казались настоящими, но войдя в зал, люди поняли, что это не более чем имитация. Как и стальная лестница, ведущая на верхние палубы. Палуев ковырнул её ногтём, удостоверившись, что это самое обычное дерево. Только выкрашенное серебристой краской.

— Что за чертовщина! — выдохнул Горницкий, тараща глаза на диковинный интерьер.

Из дальнего конца зала послышался какой-то шорох. Среди бутафорских труб и кабелей открылась небольшая дверца, в которую, согнувшись в три погибели, протиснулся местный, облачённый в облегающую сёровато-голубую хламиду. Увидев людей, он замер от неожиданности, чем не преминул воспользоваться Черняк. Абориген рухнул, сражённый нейтрализатором, не успев даже ойкнуть.

Подскочив к нему, Черняк ощупал шею, нашёл место, где прощупывался пульс и облегчённо вздохнул: абориген был в отключке, но жив. Потом заглянул в дверь, из которой вылез этот тип. Там находились какие-то крошечные, тесные и тёмные коморки, похоже, пустые.

— Тут могут прятаться ещё местные, — бросил Горницкий.

Черняк взмахнул нейтрализатором.

— Наверх! Быстрее!

Окрашенная под сталь лестница, вывела их на следующую палубу, к счастью, безлюдную. Тут тоже всё представляло собой грубую копию корабельной начинки. Вместо аппаратуры — коробки с вырезанными из цветного стекла кнопками и цифровыми индикаторами, там, где должен был металл, — окрашенное под него дерево, где пластиковая обшивка, — ткань соответствующего цвета. Свет, понятное дело, исходил не от расположенных под потолком панелей, а от всей тех же масляных светильников.

— Ни черта не понимаю, — растерянно пробормотал Горницкий, вертя головой. — Во что они превратили корабль?

— Это не корабль, — хмуро проговорил Черняк, опустив нейтрализатор. — Это подделка.

— Зачем? Для чего?

— Для чего? — Черняк огляделся, скользя взглядом по псевдопанелям псевдоприборов, точно пытаясь прочесть на них ответ.

Действительно, для чего? Для чего местным потребовалось возводить это сооружение, внешне повторяющее упавший на эту планету почти полвека назад корабль? Для чего потребовалось имитировать его начинку, систему циркуляции рабочих жидкостей, энергетическую сеть, кое-какую аппаратуру и прочее. Конечно, различий было куда больше, нежели сходства. Местные лишили «корабль» двигателя, реактора, топливных баков и множества других важных агрегатов, вместо этого оставив большое пустое пространство в кормовой части. Зачем им этот зал, интересно знать. Не для танцев же. Хотя, кто знает. Может, они устраивают тут какие-нибудь собрания, а само это сооружение используют как...

Стоп!

Черняк вскинул брови, поражённый внезапной догадкой. Несколько мгновений он тупо глядел на матерчатые стены, со всевозможными деревянными накладками и вставками, существующими изображать выступающие части набора корпуса, потом одними губами произнёс:

— Господи! Да это же храм, церковь...

— Что? — Головы Палуева и Горницкого дружно повернулись в его сторону. — Что ты сказал?

Черняк обвёл рукой помещение.

— Святилище, капище, кумирня, называйте, как хотите. Место поклонения.

— Культ пришельцев с неба? — догадался Горницкий. — А верно! Очень даже может быть.

— С чего это им вдруг понадобилось копировать «Дротик»? — засомневался Палуев.

— А с того самого, что он упал с неба, — сказал Горницкий. — На столбе огня, в дыму и грохоте... Ты прекрасно должен понимать, как это действует на существ с низким уровнем развития.

— Выходит — мы для них э-э-э... боги, что ли?

— Может да, а может и нет, — подумав, проговорил Черняк. — Насколько я помню, экипаж «Дротика» они не видели. В любом случае, без защитных скафандров — точно. Стало быть, с этим кораблём они нас — то бишь людей — не отождествляют. Поэтому мы для них — просто диковинные создания, уроды, монстры, а сейчас ещё и незаконно пролезшие в их святыню.

— Но корабль!

— Это, вероятно, расценили, как указание свыше. Как ниспосланный с небес образец для подражания.

Полуев сокрушённо покачал головой.

— Час от часу не легче. Стало быть, передатчик мы здесь не найдём. Всё напрасно.

Черняк снова поднял своё оружие.

— Проверить, тем не менее, следует. Коли уж забрались сюда. — Сказав это, он направился к лестнице, ведущей на следующую палубу, и полез вверх.

У нормального «Дротика» на этой палубе должна была находиться ходовая рубка, которой, разумеется, здесь и не пахло. Вместо неё имелось что-то вроде

смотровой площадки, с большими, затянутыми чем-то прозрачным, окнами и грубыми копиями пультов управления. Передатчик, точнее копия бронелитового контейнера, в котором он находился, занимал немалую её часть, выпирая из специальной ниши огромущей угловатой коробкой. Постучав по ней костяшками пальцев, Черняк невесело хмыкнул:

— Деревяшка.  
— Всё понятно, — сказал Горницкий. — Здесь нам более делать нечего. Надо искать оригинал. Настоящий корабль.

— Верно, — поддакнул Черняк. — Главное, мы теперь знаем, что «Дротик» цел. Остальное, что называется, дело техники. Корабль не иголка. Такую машину видно за километры, и она должна быть где-то поблизости. То, что первой попалась «пустышка», — это ничего. Зато теперь уже наверняка не промахнёмся. Найдём.

Он повернулся к лестнице, собираясь уходить, Горницкий последовал за ним. Задержавшийся возле «передатчика» Палуев заглянул в одно из окон, сквозь которое внутрь вливался лунный свет и неожиданно позвал:

— Эй, парни!

Уже поставивший ногу на первую ступеньку Черняк остановился, вопросительно поглядев на товарища.

— Что такое?

Палуев вытянул руку, указывая на что-то находящееся за окном:

— Смотрите!

С высоты «ходовой рубки» открывался прекрасный вид на залитое лунным светом поселение и окрестные леса, но Палуев указывал дальше, туда, где за узким лесным перешейком виднелось соседнее селение. Точнее, маленький городишко, в самом центре которого высился... ещё один корабль. Корпус его так же серебрился под луной, тускло поблескивая окнами верхней палубы. Чуть левее, километрах в трёх-четырёх тоже лежал городок, за которым в неспокойном ночном воздухе мерцали огни ещё одного. Редкая россыпь светящихся точек стекала в долину, и даже несмотря на расстояние, хорошо было видно дома, заполняющие её всю, от края и до края... Как и серебряные тела громоздящихся среди них других «кораблей», длинной чередой уходящих куда-то за горизонт.

Валерий Сабитов

## Зеркало из Андалусии

**Р**устам отвернулся от монитора, поднялся с кресла, напряг мышцы торса, медленно расслабил. Полегчало. Вздохнул, подошёл к окну. За двойным стеклом и туманно-нечётким отражением его фигуры синий вечер. Двойное полупрозрачное зеркало, а как искажает! Лоб горячий, ладонь холодная. Привычная психосоматика или предчувствие? Рука потянулась к книжной полке и выбрала «Сказание об Иштар-Инане»... Открыл случайную страницу. У Инаны среди даров — волшебное зеркало! У Македонского было такое же. Дальновидение, быстродействие... Невозможно, не в микромире живём. Или тысяча вторая ночь подступает? Нужна другая книга! Зажмурился, снова доверил выбор руке. Что здесь? Шахерезада рассказывает о странном месте в легендарной Андалусии. Дворец под двадцатью четырьмя замками. И там Зеркало! Арабские сказки — закодированная вневременная реальность. Вход в близкие миры. Близкие, — значит достижимые. Непонятные совпадения! А начало им положил некий «Страж Зеркала», разыгрывающий в Интернете странную игру. Интермедию с множеством лиц. И у него зеркало!

Страж наверняка робот. Активен в сотнях групп всех социальных сетей, аккаунты процветают, максимум друзей и подписчиков. Никто о нём ничего не знает,

в реале не найти — полтерgeist виртуального мира. Рустам ведёт с ним диалог третий месяц, пытаясь определить, кто творец суперпрограммы. Алгоритм вскрытию не поддаётся. Не отсюда ли тревога? Страж охватил влиянием и корпорационно-государственное управление. За ним явно скрыт аномальный интеллект! Если инопланетяне, то в их руках или щупальцах вся инфраструктура планеты. Страж Зеркала везде, его не уничтожить, не изгнать. Разве что ликвидировать все действующие носители информации. Технически возможно, но вызовет коллапс. И всё равно не поможет!

Интуиция связывает усиление беспорядка на Земле с появлением Стража... Фундаментальный принцип Эмми Нётер применим и к социуму. Необходимость сохранения основных параметров в любой системе! Энергия бытия не исчезает, пока жива симметрия. Вселенная или человеческое сообщество — неважно. Физика и сознание неразрывны, взаимозависимы, — факт реальности. Хозяева программы неизвестного происхождения раскачивают стабильность мира, ускоряют энтропию! Не исключено, через колебания вакуума. К такому выводу пришёл Рустам, исследуя влияние Стража Зеркала на мир людей. Сегодня исследование завершено.

\* \* \*

Преодолев приступ страха, Рустам поместил анализ во всех доступных сетях. Передвинул к компьютеру прикроватный столик с бутылкой рома «Вампир», тарелочку с мармеладом и зефиром. Набил трубку любимым «Ларсеном». Выпустив клуб дыма, включил телевизор. Наступил час «Футурум-Вестей», новостной программы Стражи Зеркала. Налил полстакана и выпил единственным духом. Выдохнул, отправил следом кусочек мармелада.

Нормальный контраст, и вовремя: Страж предложил ужасное видео. Над мегаполисом полуопрозрачный красный купол странного смога. Высотки деформируются, как бы плывут-искажаются в горячем воздухе. Дороги пузырятся, асфальт лопается, транспорт встал. Люди бегут в природу, в заброшенные деревни и хутора. Но они ничего не умеют. Ни строить-ремонтировать жилища, ни добывать воду, ни готовить пищу на огне. Даже не знают, как разжечь правильный костёр. Не понимают, что из растущего-живущего кругом съедобно или ядовито. Люди обречены — склады продовольствия и прочих ресурсов в городах или рядом с ними недоступны. Картина обречённой цивилизации... Неужели репортаж из будущего?

— Какое страшное фэнтези! — шепчет поражённый Рустам.

И слышит ответ Стражи из динамиков компьютера:

— Фэнтези, друг мой Рустам, — техническая литература. Руководство по поведению в небывальщине. Тебе ведь не интересен голый вымысел.

Рустам вздрогнул. Началось! Неизвестная программа реагирует на опубликованный анализ.

— Я разделяю твою любовь к древним сказаниям, Рустам! Хочешь взглянуть на ту Андалусию? Я покажу кое-что. Предварительно...

Как Страж угадал ту самую страницу тома арабских сказок? Экран показывает двести семьдесят третью ночь Шахерезады. Удивительно красивый, цветной дворец-замок. Распахиваются ворота, камера следует мимо фонтана во внутренние помещения. На стенах красочные фрески, всюду драгоценности. Взгляд Рустама фиксирует детали. Столик Сулеймана из зелёного изумруда. Псалмы на золотой бумаге, украшенной каменьями. Книга о свойствах камней и растений, составлении ядов и противоядий. А в ней подробная карта того мира. Запечатанные кувшины эликсира, способного превращать серебро в чистое золото. А в дальней, самой большой комнате: «Зер-

кало — большое круглое и дивное, сделанное из разных составов для пророка Аллаха Сулеймана, сына Давида, — мир с ними обоими! И когда посмотрит в него смотрящий, он увидит воочию все семь климатов». Так написано в книге. И так сказано Стражем. Зеркало!

\* \* \*

Страж предложил разговор по Скайпу. Взволнованный Рустам сделал три глотка из бутылки, забыл закусить и согласился. Лицо на экране симпатичное, мужское. Не старше тридцати, располагает...

— Рад встрече, брат, — сказал Страж приятным баритоном. — Ты в растерянности? Не веришь собственной правоте. Гадаешь, кто перед тобой. Считай меня скрытой мудростью своего мира.

Рустам проглотил нервный комок и спросил:



— А своей мудрости у нас нет?

— А то ты не в курсе... Сам же написал: развитие цивилизации привело к накоплению перекосов в технологиях, дестабилизации социума. Симметрия нарушена, критический уровень близок. Близится эра анархии, хаоса. Так?

— Симметрия? — Рустам глотнул рома. — Ты из червоточины? К нарушению законов сохранения энергии могут привести и пространственные дыры. Кротовые норы. И Земля — ни при чём. Я ведь и такой вывод сделал.

— А почему не наоборот? — возразил Страж. — Нарушение законов сохранения приводит к образованию тех самых дыр-проколов? С Великой Пустотой не шутят. Она отзывается на любую активность Наблюдателя. То есть — человека. Ибо всё создано и завязано на него. Но об этом ещё побеседуем. Что ты брат Рустам, сам желаешь? Для себя?

- Мудрости. И посетить тот дворец.
- Легко! – воскликнул Страж. – Как я рад! И что ты выберешь из тех сокровищ? Злато-серебро? Столик Соломона? Волшебный эликсир?
- Зачем? – удивился Рустам. – Зеркало! Зеркало, сделанное для Соломона. Оно не простое...
- Но это же сказка! Ты веришь в них?
- В такие – да, верю!

После «Футурум-Вестей» пошли официальные сообщения. Сняты с должностей ведущие программы, редакторы, инженеры студий. Начато расследование. Несколько раз упомянут анализ Рустама с указанием фамилии. Скоро к нему явятся... На это он и рассчитывал.

\* \* \*

Явились ребята крепкие, закалённые, без особых примет. Иван Петров, – блондин выше среднего роста, со скжатым в линию ртом. Пётр Иванов, – шатен чуть пониже, с полными, но бледными губами. Он и начал разговор:

– Полковник, вы ветеран спецназа и понимаете. Откуда взят анализ планетарной обстановки? Вы после увольнения увлеклись научной картиной мира. Но вы же не профессионал-учёный. Советую ничего не скрывать!

– Ну-ну, – вмешался его коллега, растянув губы в подобии улыбки. – Рустам Валерьевич, простите, но мы обязаны выяснить источник информации...

Рустам плеснул в стакан рома и молча выпил. Шатен Иванов продолжил:

– Так. И в чём же главная причина происходящего?

– Я же написал: чужой искусственный интеллект внедрился в цивилизацию. Через червоточину или как – пока неважно. Цель мне не совсем ясна. Догадки имеются. Хотите?

– Непременно, – отреагировал Петров.

– Вмешательство ожидается реальное. Задача – изменить стратегию технического развития. Почему-то она им не нравится. Или мешает как-то. Их уровень гораздо выше нашего.

Гости переглянулись, и добрый шатен Иванов сообщил:

– Руководством создан специальный отряд из представителей различных служб. С включением профессионалов. Учёных и всё такое. Мы – за вами...

Рустам вздохнул, допил, закусил зефирчиком. И сказал:

– Не предлагаю, вы на службе. Спецотряд? Хорошо, с чего-то надо начинать. Но передайте руководству: я буду работать при гарантии полной свободы действий. Ведь уцепились за мой анализ? Сама ситуация не так напрягает, как выводы? Если нет – попробуйте без меня...

- То есть как, полная свобода? – удивился блондин Петров.
- А так – фиксируйте, анализируйте... Помогайте. Но не вмешивайтесь в ход процесса административным путём. Но это я не к вам. К руководству, – Рустам раслабленно улыбнулся.

\* \* \*

Специальный отряд получил максимальные полномочия. Рустам ограничил общение двумя: командиром и консультантом. Командир отряда, Толя Шелуханов, полный, но подвижный, среднего роста генерал в усах наподобие казацких, источал бездну обаяния. И сразу очаровал Рустама хитрым и добрым взглядом. Но первым лицом держал себя Сима Бейтич, представитель секретного НИИ.

Свежий выпуск «Футурум-Вестей» шокировал отряд. Страж сообщил о создании в некоторых странах тайных спецподразделений, предназначенных отыскать источник вмешательства в жизнь планеты. Улыбнулся один Шелуханов. И спросил:

– Рустам, так это точно не происки врагов-конкурентов из-за бугра? Глобальный ВПК, объединение корпораций и тому подобное?

– Точно нет, – ответно улыбнулся Рустам.

Сима, строгим взглядом остановив следующий вопрос командира, принялся рассуждать об инвариантности лагранжиана. И выразил сомнение в связи происходящего с гравитацией и микромиром. Рустам не успел ему ответить. «Вести» завершились, на экране возникло лицо Стража Зеркала.

– Сима, ты не прав, – голос звучал проникновенно, ласково. – Ваша глобальная культура стремится к саморазрушению. Единой всепланетной системы ценностей не наблюдается. Нет у вас общей нравственно-духовной основы. Рустам приведёт отряд туда, где вы получите необходимые инструкции. Он ваш проводник, другого не будет...

\* \* \*

Рустам ткнул пальцем в точку на карте. Шелуханов хмыкнул, приказал определить маршрут и согласовать со всеми инстанциями. У Рустама заныла давно зажившая рана в плече.

– Больно? – спросил с сочувствием Шелуханов.

– Кварки-глюоны возмущены, – очень серьёзно ответил Рустам. – Масса протона грозит уменьшиться...

– Как это? – удивился Сима.

– Господа учёные почему-то решили, что уровень цивилизации определяется суммой потребляемой внешней энергии. Чем больше – тем выше. Глупость! Вот где твой внутренний потенциал, Сима Бейтич? – не удержался от иронии Рустам. – Человеческий, не животный? В чём он?

– Да, с энергией микрокосма мы действительно не в ладах, – поддержал Шелуханов. – Но как к ней подойти, вот в чём вопрос!

\* \* \*

В аэропорту назначения их настиг свежий выпуск «Футурум-Вестей». На экране телевизора — здание Дворца. Сердце Рустама дало сбой. А что, если Соломон на самом деле владел ключами к тайнам мира?

— Но этого дворца в реальности нет, — удивился андалусский гид. — Вы же не планируете визит в прошлое?

У Рустама запищал смартфон. На экране лицо Стража. И строгий голос:

— Дворец есть. И как только друг мой Рустам приблизится, обретёт полную реальность. Для незваного он недоступен.

— Так этот дворец может возникнуть где угодно! — воскликнул Рустам. — Здесь важен зов души!

Командир уже докладывал по телефону руководству. Страж улыбнулся и сказал:

— Толя! Передай: пусть не ищут ни замок, ни меня. И не надо спецназа для захвата. Я со всеми встречусь.

\* \* \*

Во Дворец разрешено войти троим: командиру, учёному и Рустаму. В помещении с Зеркалом встретил человек в лёгком светлом костюме:

— Зовите меня Дарко, — сказал он узнаваемым голосом. — Я робот, как определил Рустам, но не совсем... Предисловий не будет. Начинаю собрание тех, от кого зависит будущее Земли.

На круговой стене проявилось множество лиц в рабочей обстановке. Президенты, премьеры, топ-менеджеры мирового уровня...

Дарко задержал взгляд на лице Рустама и пояснил:

— Правящая элита... Надеюсь, и мыслящая.

И обратился к приглашённым:

— Вы никогда не собирались бы в такой тёплой обстановке. Заменить вас на других — не сложно. Но, думаю, договоримся. Печати и нотариусы не понадобятся. Каждое слово, каждый жест надежно фиксируются. Информирую высокое собрание о реальной ситуации...

Краткая пауза. Собрание демонстрирует спектр высоких руководящих чувств.

— Анализ друга Рустама достаточно точен. Вакуум взволнован. Чуть изменится плотность, энергия, — и он закипит. Начнётся локальная дестабилизация. Причина — процессы на Земле. Дисгармония! Вы погрузились в сновидения виртуальности, утонули в эрзац-культуре. Редкий умеет писать рукой, воспринимать интеллектуальные тексты. Ваша жизнь — технизиранная подделка истинного бытия. Вы околованы небытием, наступающей Тьмой. А ваше искусство — подделка подделки. Вы — пожиратели собственного времени. Сумма энтропии резко возросла. Локальный всплеск ложного вакуума означает конец вашего пребывания на этом свете. Солнце исчезнет из Галактики. Но наши

миры связаны! Люди Инаны способны себя защитить. Цена — отделение от вас. Да, предстоят крупные энергозатраты, но мы выйдем из кризиса. А ваш мир распадётся на атомы. Договор Спасения отправлен каждому из присутствующих на собрании. Поправки не предусмотрены.

Президент-лидер возмущённо заявил:

— Фантастика! Заговор! Игнорировать ультиматум!

И Дарко, улыбнувшись Рустаму, объявил:

— Ровно на минуту отключаю места вашего пребывания от всех видов энергии. Вы не сможете ни выйти из кабинетов, ни связаться с кем-либо.

Экраны показали панику самых влиятельных вельмож планеты. Через минуту Договор единогласно одобрили.

— Вопрос к тому, с кого всё и началось, — сказал родной президент. — Рустам, ты давно знал истину?

— Нет, — ответил Рустам. — Я шёл к анализу и выводам долго. Времени у военного ветерана достаточно. И сейчас не всё понимаю. Зеркало и Дарко... Они оба и центральный процессор, и вход в тот мир, и лицо Инаны, и обозреватель-браузер, и многое, о чём и помыслить трудно, — он прокашлялся, достал из кармана фляжку, отпил глоток. — У них контакт с Землёй с давних времён. Надеялись, что мы сами изменим стратегию технологического развития. Земной конец света отзовётся у них. Придётся нам вернуться в Сказку. К жизни без излишеств...

— Но Дарко — робот. А кто и где Хозяин? — спросил Сима Бейтич.

Дарко сделал шаг в сторону. Плоскость Зеркала пошла круговыми волнами. Из них вышел человек и протянул руку Рустаму.

— Рад встрече, брат. Согласен на должность полпреда Земли на Инане?

И, обратившись к ликам земных вождей, завершил встречу:

— Меня зовут Гариф. Дарко — мое второе Я. Альтер эго. Связь между нами непрерывная и моментальная. Для вас между нами нет разницы. Инана — имя звезды и планеты. В вашем небе есть отражение... Добавлю к сказанному Дарко. Мы — в одной системе. Две половинки одного целого. Энтропия целого равна сумме энтропий его частей. Это и у вас известно, даже без логарифмов. У нас она низкая, у вас быстро умножается. В итоге регрессирует вся система. В вашей научной картине мира царит непознаваемая беспричинность. Масса формул с плавающими поправками и константами, калейдоскоп теорий, Эверест гипотез. Узкоспециализированное мышление. Макрокосм с микромиром не стыкуются. Первопричина — отказ от единого Закона для всего сущего. Выполнение Договора проконтролирует Дарко. Рустам уйдёт со мной. А вам — срочно демонтировать техносферу. Дел много...

Владимир Марышев

# Возвращение

**О**ни стояли рядом и смотрели на море. Один — высокий и стройный, другой — пониже ростом, плотно сбитый, кряжистый.

Над ними распостёрлось бледно-серое, словно вылинявшее, небо. Море тоже не радовало яркостью красок. Угрюмые волны, матово поблескивая, безостановочно катились к причалу, чтобы разбиться о выщербленный временем бетон.

— Тим, — заговорил высокий, — ты всегда был молчуном, но сегодня превзошёл сам себя. Хоть бы словечко обронил!

— Нет настроения, Джок, — вяло отозвался кряжистый. — Да и возраст, будь он неладен. Тебя ещё

— Знаешь, дружище, я всё чаще думаю о том, что они могли остаться. Ну что такого страшного приключилось на солнце? Я, правда, не разбираюсь...

— Я тоже не разбираюсь, но главное уяснил. Солнце вдруг повело себя необычно и начало излучать какую-то гадость. Ушедшие поняли: или они где-нибудь переждут опасность, или все погибнут. Ну и кинулись спасаться, едва успели.

Джок машинально глянул вверх, словно надеясь увидеть светило и оценить, всё ли с ним в порядке. Но оно по-прежнему пряталось за облачной пеленой.

— Как думаешь, — спросил Джок, — им нравится там?..

— Не знаю, — после короткого раздумья ответил Тим. — Мне кажется, они неплохо устроились, но всё равно мечтают вернуться. Я бы на их месте мечтал.

Джок снова посмотрел на небо.

— А почему бы нет? — задумчиво произнес он. — Может, солнце уже пришло в норму? Мы с тобой ничего в этом не смыслим, но Ушедшие-то должны! Кто знает, что они сейчас...

— Подожди-ка, — перебил его Тим. — То ли мне мерещится, то ли... Посмотри вон туда!

Справа, сразу за границей порта, из воды вынырнули три маленьких тёмных бугорка. Их несколько раз захлестнуло набежавшей волной, затем они начали расти, превращаясь в вертикальные фигуры.

— Не могу поверить, — сказал Джок. — Дружище, да ведь это они!

Несмотря на экипировку, переход в новую стихию дался им непросто. Тяжело ступая, все трое вышли на берег, огляделись и, конечно, увидели Тима с Джоком.

— Ну и громадины! — уважительно произнес первый. — Кто-нибудь знает, зачем они тут?

— Я знаю, — покопавшись в памяти, заявил второй. — Наши предки создали много машин и наделили некоторые из них искусственным интеллектом. Эти двое называются... — Он задумался. — Точно: портовые краны!

— Отлично, — деловито сказал третий. — Мы отчаянно нуждаемся в металле. Вот с этих, пожалуй, и начнём. ■



на свете не было, а я уже таращился на эти волны. Словно одряхлел...

— Но-но! — запротестовал Джок. — Не наговаривай на себя, дружище, ты ещё хоть куда. Да и когда нам с тобой болтать, если не сейчас? Раньше-то у обоих работёнка была — только успевай поворачиваться. Не поразглагольствуешь!

— Раньше... — мрачно повторил Тим. — То-то и оно: всё хорошее было раньше, и никто не знает, вернутся ли те времена. А ты: поговори да поговори... О чём?

— Не о чём, а о ком, — словно досадуя на собеседника за недогадливость, уточнил Джок. — Об Ушедших, конечно!

— Столько лет прошло... Всё забыть не можешь?

— Не могу. А ты?

— И я тоже, — после долгой мучительной паузы признался Тим. — Но что толку об этом помнить?

# Запуск научно-энергетического модуля на МКС

**планируется в 2024 году**

Работы по созданию НЭМ начались в Центральном аэрогидродинамическом институте имени профессора Н. Е. Жуковского, стоявшего у истоков практически всех аэрокосмических исследований, начиная от «Восток-1», орбитального корабля-ракетоплана «Буран» и заканчивая последними аппаратами для освоения космоса, в конце 2012 года

Так, в январе 2014 года учёные института завершили первый этап исследований аэродинамики новой головной части ракеты-носителя «Протон-М», предназначенный для доставки научно-энергетического модуля на Международную космическую станцию (МКС). Испытания проводились в сверхзвуковой аэродинамической трубе Т-109 (фото на заставке). Заказчик работ — РКК «Энергия». НЭМ предназначен для проведения научных экспериментов, обеспечения российского сегмента МКС электроэнергией, а самой станции дополнительными средствами управления.

Главной задачей ЦАГИ в этом проекте было изучить их аэродинамику в широком диапазоне скоростей. Испытания в ЦАГИ проходили на модели, выполненной в масштабе 1:20. Программа первой части исследований стартовала в декабре 2013 года и завершилась в январе 2014 года.

«В результате проведённых испытаний учёные определили силы и моменты, действующие на космическую головную часть в составе ракеты. Кроме того, было получено распределение давления в интересующих точках на модели и проведено исследование пульсаций давления — т.е. характеристик нестационарности обтекания. Эта информация была получена в широком диапазоне чисел Маха (от  $M=0,6$  до  $M=3,3$ ). Она легла в основу базы данных по аэродинамике новой головной части ракеты «Протон — М», — прокомментировал исследования начальник отдела аэротермодинамики высокоскоростных ЛА ЦАГИ д.ф.-м.н Сергей Дроздов.

МКС — совместный международный проект, в котором принимают участие 14 стран: Россия, США, Япония, Канада и входящие в Европейское космическое агентство Бельгия, Германия, Дания, Испания, Италия, Нидерланды, Норвегия, Франция, Швейцария и Швеция.



Сборка МКС на орбите началась в 1998 году с выведением в космос российского функционально-грузового блока «Заря». В том же году к нему был пристыкован американский узловой модуль «Юнити», а в 2000 году — российский служебный модуль «Звезда». В 2000 году МКС начала свою работу в пилотируемом режиме. Для снабжения станции выполнено более 80 полетов грузовых кораблей, из которых большая часть приходится на российский «Прогресс». ■



Команда российских и индийских учёных предложила оригинальный способ обнаружения космического мусора: с помощью ионно-звуковых волн, возникающих в результате движения мусорных объектов на низкой околоземной орбите. Исследование опубликовано в журнале *Astrophysics and Space Science*

**К**осмический мусор — это неработоспособные объекты, запущенные человеком в космос. Их фрагменты, а также метеороиды и другие нерукотворные неактивные объекты движутся в плазме, которая окружает околоземную орбиту. Поскольку скорость движения космического мусора может достигать 10 км/с, даже фрагменты размером в несколько микрон могут нанести серьезные повреждения летательным аппаратам, особенно пилотируемым. Для сравнения, человеческий глаз не способен разглядеть частицы размером менее 40 микрон.

Работы по мониторингу космического мусора ведутся давно, и наблюдение за волнами, которые возникают в плазме в результате движения мусора, заряженного под воздействием солнечного излучения и других видов космической радиации, может стать одним из методов непрямой детекции опасных мусорных фрагментов.

Так как плазма состоит из заряженных частиц, движение мусора оказывает на неё влияние, схожее с процессом образования волн на воде. В результате образуются ионно-звуковые волны — специфические волны, связанные с колебанием ионов, которые возникают в плазме. Они представляют собой волны уплотнения в плазме, поэтому они и называются акустическими, так как звук — это тоже волны уплотнения, но уже в воздухе. При достаточно высокой амплитуде они становятся нелинейными



Абхик Мукерджи

и преобразуются в солитоны — структурно устойчивые звуковые волны, распространяющиеся только в нелинейной среде. Отличительной чертой солитонов является то, что при взаимодействии друг с другом или с некоторыми другими возмущениями они не разрушаются, а продолжают движение, сохраняя свою структуру неизменной.

В ходе исследования учёные впервые рассчитали точные параметры ускоренного солитона, возникающего при движении космического мусора в плазме при помощи математической модели, в которой член уравнения, отвечающий за космический мусор, называется источником.

Он представляет собой заряд, который создаёт электрическое поле. Так как мусор движется, источник в уравнении меняется во времени и в пространстве. Это приводит к появлению ускоренных солитонов, а не обычных — те-то движутся с постоянной скоростью.

Зная, как именно свойства характерных для космического мусора солитонов определяются положением и скоростью движения фрагментов в плазменной среде, становится возможным регистрировать опасные фрагменты на околоземной орбите по специфическим солитонам, которые они создают. Таким образом, работа учёных может составить теоретическую основу принципиально нового метода мониторинга движения космического мусора. ■

**Уважаемые читатели!**

Подпишитесь на журналы «Техника — молодёжи», «Оружие»,  
а теперь ещё и на новый научно-образовательный и  
литературно-развлекательный журнал «НЕизвестная История»



ТЕХНИКА  
МОЛОДЕЖИ

ПОДПИСКА  
в редакции

# НЕизвестная ИСТОРИЯ

# ОРУЖИЕ

**Выберите и сообщите** название журнала, адрес доставки с индексом и период подписки — год, полугодие, квартал — на е-почту [tns\\_tm@mail.ru](mailto:tns_tm@mail.ru) или адрес: 141435, Московская обл., г. Химки, мкр-н Новогорск, а/я 1255, Перевозчикову А.Н. Тел: +7 (965) 263-7777

**Перечислите** на карту самозанятого № 2202 2018 9982 4839 (Александр Николаевич П.) стоимость подписки на выбранную печатную/электронную версию

## Цены на редакционную подписку на 2021 год (руб.) с доставкой

	Цена за 1 экз. (любой номер) печатная/эл. версия	Подписка на 1 квартал (за 4 номера) печатная/эл. версия	Цена за полугодовой комплект (за 8 номеров) печатная/эл. версия	Цена за год (за 16 номеров со скидкой) печатная/эл. версия
ТЕХНИКА — МОЛОДЁЖИ	300/200	1 200/800	2 400/1 600	4 400/2992
<b>Полный DVD-архив «ТЕХНИКА — МОЛОДЁЖИ» (1933—2018 гг.) стоит 2500 руб.</b>				
ОРУЖИЕ	320/210	1 280/840	2 560/1 680	4 800/3 000
НЕИЗВЕСТНАЯ ИСТОРИЯ	250/200	750/600	1 500/1 200	1 980/1 620

**Назовите** оператору вашего почтового отделения индекс выбранной вами печатной версии издания, чтобы оператор п.о. оформил вам подписку по ЭЛЕКТРОННОМУ Каталогу Почты РФ согласно индексам:

**ТЕХНИКА — МОЛОДЁЖИ — П9147**

**ОРУЖИЕ — П9196**

**НЕИЗВЕСТНАЯ ИСТОРИЯ — ПМ505**

### Внимание!

В печатном каталоге Почты России наши издания не присутствуют, но вы их можете найти в печатном (зелёном) каталоге Прессы России по индексам:

**ТЕХНИКА — МОЛОДЁЖИ — 72098**

**ОРУЖИЕ — 26109**

**НЕИЗВЕСТНАЯ ИСТОРИЯ — 79121**

*До встречи  
на страницах наших журналов,*  
Главный редактор — Президент

Издательского дома

«ТЕХНИКА — МОЛОДЁЖИ»

А.Н. ПЕРЕВОЗЧИКОВ

