

ЗА НАУКУ

ВЫХОДИТ С 1958 ГОДА

SAPERE AUDE

терраформирование



QUARKS-2020

XXIST INTERNATIONAL SEMINAR ON HIGH-ENERGY PHYSICS

QUARKS.RU

7-13 JUNE
2020

PERESLAVL-
ZALESSKY,
RUSSIA

TOPICS

PHYSICS BEYOND THE STANDARD MODEL
NEUTRINO PHYSICS
QUANTUM CHROMODYNAMICS, STRONG INTERACTIONS
HEAVY ION COLLISIONS
COSMOLOGY AND ASTROPARTICLE PHYSICS
GRAVITY AND ITS MODIFICATIONS
ASPECTS OF MATHEMATICAL PHYSICS
SELECTED EXPERIMENTAL RESULTS

IN ADDITION, SEVERAL THEMATIC SECTIONS ON SELECTED TOPICS WILL BE ORGANIZED

REGISTRATION
[INDICO.QUARKS.RU/EVENT/2020/REGISTRATIONS/](https://indico.quarks.ru/event/2020/registrations/)
(DEADLINE MAY 1, 2020)



От редакции

О терраформировании говорят как о чем-то фантастическом из далекого будущего. Рисуются картины Марса или какой-то другой, чужой планеты, на которой счастливо и успешно живут наши потомки. При этом уже тысячелетия человечество перекраивает под себя родную планету.

Мы делаем это неосознанно, с первого дня, как и любой другой вид. Когда-то давно одноклеточные организмы сформировали атмосферу, которой мы дышим. Ее наличие позволило жизни развиваться, принять самые удивительные, причудливые формы. А теперь Homo Sapiens заметно влияет на среду обитания, меняя ландшафты, добавляя в систему новые рукотворные компоненты и сдвигая естественный баланс в ту или иную сторону.

Насколько разумны люди в действиях своих, и что получится в итоге: Саракш, Пандора, Корусант, Арракис или чуткий, светлый, чистый мир — вот тот вопрос, который необходимо задавать каждый новый день в истории редактирования Земли.

Содержание

Новости

- 4 Новости науки
- 6 Новости вуза
- 8 МФТИ в СМИ

Событие

- 10 Геномному центру в МФТИ
быть



Открыто

- 12 Биоинженерия
Подействовать
на нервы
- 13 Молекулярная биология
Рентгеновский прицел
- 14 Фундаментальная наука
Содружество антагонистов
- 15 Химия
Серебро и все-все-все
- 16 Здравоохранение
must not go on
- 17 Археология
Жертвы Батыя
- 18 Старение
Человек меняет кожу
- 19 Геофизика
О мерзлоте расскажет спутник



Главное

- 20 Терраформирование
- 22 По уши в пластике
Непростое обсуждение
переработки пластика
- 26 Дело нечисто
Мусорная проблема мира
- 31 Бактерии в борьбе
с экологическим кризисом
- 32 Мифы о зеленой энергетике
На самом деле это все
работает
- 37 Система за окном
Что происходит с климатом
- 42 Мы в ответе
Интервью с автором
программы «Все как у зверей»
Евгенией Тимоновой



Образование

- 46 Все выше, выше и выше!
Итоги приемной кампании
в МФТИ

В тренде

- 48 4D — нефтяное измерение

Актуально

- 54 Магнитный прогноз
Что происходит с магнитным
полюсом Земли



Своими глазами

- 58 Наука и нефть**
Чем занимаются
в Инжиниринговом центре
МФТИ по полезным
ископаемым



Background

- 66 Бизнес — это игра в пас**
Михаил Кучмент, сооснователь
сети гипермаркетов мебели
и товаров для дома Hoff

Интервью

- 68 Физика плазмы**
Беседа со **Светланой
Стариковской**, выпускницей
МФТИ и сотрудницей
лаборатории физики плазмы
в École Polytechnique

История

- 72 Под зорким взглядом гения**
Каким был Николай Басов

Разбор полетов

- 76 Ужасное далеко**
Как сценаристы фильмов
избавляют планету от людей
- 80 Фотохроника**



№3 (1959) 2019 год

Главный редактор Анна Дзарахохова

Научный редактор Татьяна Небольсина

Арт-директор Елена Хавина

Дизайн и верстка

Эмма Бурляева, Любовь Ярошинская

Фотограф Евгений Пелевин

Цветокоррекция и пре-пресс

Максим Куперман

Корреспонденты

Андрей Бабёнышев, Елена Егорова,
Екатерина Жданова, Максим
Казарновский, Мария Комарова,
Виктория Максимчук, Вячеслав
Мещеринов, Анастасия Митько,
Анастасия Пермякова, Сергей
Станиславский, Марина Тебенькова,
Наталия Ферапонтова, Елена Хавина,
Елизавета Чернышева, Алексей Штерн

Корректор Юлия Болдырева

Ректор МФТИ

Николай Кудрявцев

Проректор по научной работе и программам развития

Виталий Баган

Руководитель управления общественных связей

Варвара Новикова

Начальник пресс-службы МФТИ

Мария Лукина

е-mail и сайт редакции:

zn@phystech.edu, zanauku.mipt.ru

Подписано в печать 28.10.2019

Тираж 999 экз.

Отпечатано в типографии

«Сити Принт». г. Москва, ул.
Докукина, 10/41

Перепечатка материалов невозможна
без письменного разрешения
редакции журнала.

Мнения и высказывания,
опубликованные в материалах
журнала «За науку», могут
не совпадать с позицией редакции.



КВАНТОВЫЙ ТЕЛЕПОРТ В 3D

Группе ученых из Китая и Австрии впервые удалось телепортировать кутрит. Ранее физикам удалось телепортировать кубиты или квантовые биты информации. В новом исследовании команда телепортировала свойства фотонов, так называемых кутритов (qutrits), которые имели три возможных состояния: 0, 1 и 2. Кутрит также может представлять эти состояния одновременно, что делает его еще одним скачком вперед в области квантовой коммуникации. Ведь теперь за один раз можно отправить большее количество информации. Безусловно, это не настоящая телепортация в научном смысле, но она позволяет мгновенно передавать данные из одного места в другое, потенциально на большом расстоянии. Одно из применений, которые мы можем увидеть в будущем, — создание не поддающихся взлому интернет-сетей, защищенных фундаментальными законами физики (потому что любое вмешательство может разрушить саму информацию).

ЭКОЛОГИЧНЫЙ САМОЛЕТ

Авиастроительная компания Airbus разрабатывает новую модель самолета, в котором модернизированный двигатель позволит до 50% уменьшить количество выбросов в атмосферу. Проект под названием «Хищная птица» (англ. «Bird of Prey») был показан на британском международном авиасалоне Air Tattoo. Это гибридный электрический турбовинтовой самолет для региональных авиаперевозок. Структуры крыльев и хвоста имитируют таковые хищной птицы, причем индивидуально управляемые перья обеспечивают активный контроль полета. Инженеры говорят, что на необычный дизайн их вдохновили работы Леонардо да Винчи, а саму форму летательного аппарата они переняли от калифорнийского кондора.



65^{лет} столько потребовалось для решения диофантова уравнения для числа 42

82,4 новое значение постоянной Хаббла уменьшает возраст Вселенной до 11,4 миллиардов лет

КОЛЬЦО ИЗ УГЛЕРОДА

Ученые из Оксфорда создали стабильное кольцо из новой формы углерода, состоящее из 18 атомов, расположенных в кольце. Молекула, называемая цикло[18]углеродом (англ. cyclo[18]carbon), имеет общие свойства с другими углеродными формами, такими как фуллерены, углеродные нанотрубки и графен. 18-углеродные кольца имеют чередующиеся тройные и одинарные связи, что сложно было предсказать теорети-

чески. Это должно придавать углеродным цепям и кольцам свойства полупроводников, что может сделать их полезными в качестве компонентов будущих транзисторов молекулярного размера.

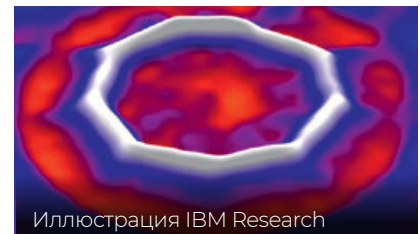
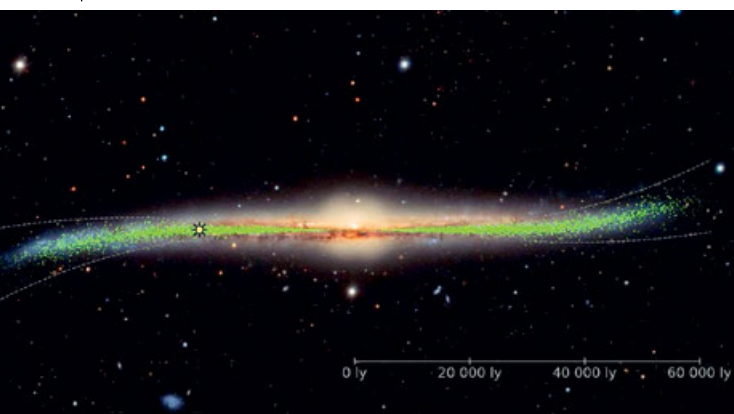
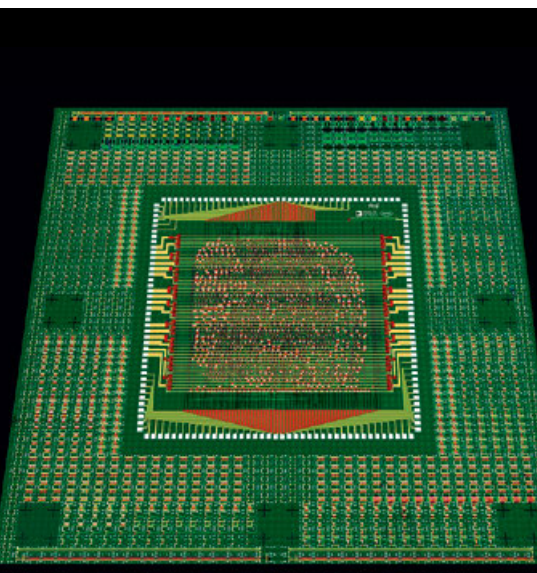


Иллюстрация IBM Research



НОВАЯ ФОРМА МЛЕЧНОГО ПУТИ

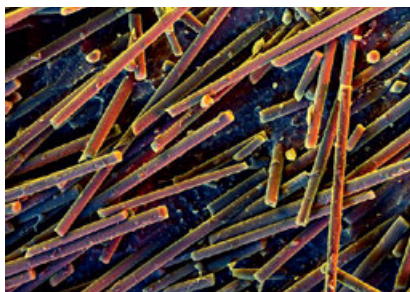
Ученые из Варшавской астрономической обсерватории построили трехмерную карту Млечного пути, которая показывает искривленную форму галактики. Составили ее из тысяч особых звезд — цефеид, молодых пульсирующих супергигантов. Их сияние меняется по регулярному закону с периодом, который может длиться от часов до нескольких десятков дней. Чтобы создать новую трехмерную карту, были проведены новые наблюдения цефеид. Сочетание этих измерений с ранее изученными цефеидами позволило нанести на карту 2 431 звезду. Хотя диск Млечного Пути обычно изображают как плоский, наблюдения показали, что галактика изогнута по краям.



© Max Shulaker, Cage Hills and Christian Lau/MIT

НАНОУГЛЕРОДНЫЙ МИКРОПРОЦЕССОР

Учеными из США разработана новая модель транзисторов на основе углеродных нанотрубок (CNFET). Они были интегрированы в 16-разрядный чип, который отправил сообщение «Привет, мир! Я RV16XNano, изготовленный из CNTs (карбоновых нанотрубок)». В отличие от транзисторов на основе кремния, транзисторы на основе углеродных нанотрубок обладают высокой энергоэффективностью. Благодаря особой структуре, напоминающей свернутый графен, углеродные нанотрубки являются почти идеальным полупроводником. Прототип, описанный в *Nature*, еще не такой быстрый и не такой маленький, как коммерческие кремниевые устройства. Но компьютерные чипы с углеродными нанотрубками могут в конечном итоге привести к появлению нового поколения более быстрой и энергоэффективной электроники.



© Стефан Диллер/Science Photo Library

Нобелевская премия — 2019



Лауреаты Нобелевской премии по физиологии и медицине (слева направо) Уильям Дж. Кейлин-младший, сэр Питер Дж. Рэтклифф и Грегг Л. Семенца. © Nobel Media

ЗА ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КИСЛОРОДА НА КЛЕТКИ

Премия по физиологии и медицине присуждена совместно Уильяму Дж. Кейлину-младшему, сэру Питеру Дж. Рэтклиффу и Греггу Л. Семенце за исследование механизма адаптации клеток к кислороду. Фундаментальное значение кислорода известно уже на протяжении многих веков, однако механизм адаптации клеток к изменению уровня кислорода до

сих пор оставался неизвестным. Ученые определили молекулярный механизм, который регулирует активность генов в ответ на различные уровни кислорода. При нехватке кислорода белковый комплекс HIF (фактор, индуцируемый гипоксией) активирует гены, необходимые для выработки эритропоэтина и других белков, которые помогают клеткам приспосабливаться к низкому содержанию кислорода. Это открытие проложило путь к многообещающим новым стратегиям борьбы с анемией, раком и многими другими заболеваниями.

ЗА РАЗРАБОТКУ ЛИТИЙ-ИОННОГО АККУМУЛЯТОРА

Премия по химии 2019 года присуждена Джону Б. Гуденафу, М. Стэнли Уиттингему и Акире Йошино «за разработку литий-ионных аккумуляторов», которые теперь используются повсеместно, от портативных устройств до электромобилей и велосипедов, и позволяют накапливать энергию из возобновляемых, но кратковременных источников энергии, таких как солнечный свет и ветер. Это большой шаг на пути создания общества, свободного от ископаемого топлива.

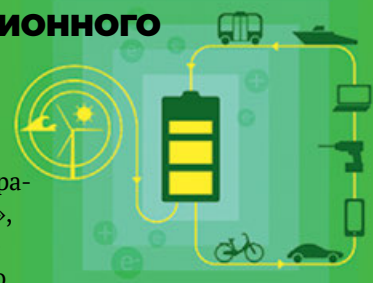


Иллюстрация Йохана Ярнестада

ЗА ИССЛЕДОВАНИЕ ЭВОЛЮЦИИ ВСЕЛЕННОЙ И ЭКЗОПЛАНЕТ

Джеймс Пиблс из Принстонского университета, Мишель Майор и Дидье Кело из Женевского университета (Швейцария) и Кембриджского университета (Великобритания) были удостоены Нобелевской премии за новое понимание скрытых аспектов космоса. Половина премии



Иллюстрация Йохана Ярнестада

досталась Джеймсу Пиблсу «за теоретические открытия в физической космо-

логии», которые являются основой наших современных представлений о структуре и истории Вселенной. Вторую часть премии разделили Мишель Майор и Дидье Кело «за открытие экзопланеты на орбите вокруг солнцеподобной звезды». Это положило начало революции в астрономии, и с тех пор в Млечном Пути было найдено более 4 000 экзопланет.



НОВАЯ ЛАБОРАТОРИЯ

Известный ученый Джерри Мелино и ректор МФТИ Николай Кудрявцев подписали соглашение об открытии лаборатории молекулярной онкологии МФТИ. Новая лаборатория займется дальнейшим изучением и исследованиями роли белка p73 в регуляции генома в нормальных клетках человека и в онкологических заболеваниях. Заявка профессора Мелино выиграла в конкурсе на создание академических научных и прикладных лабораторий на базе МФТИ.

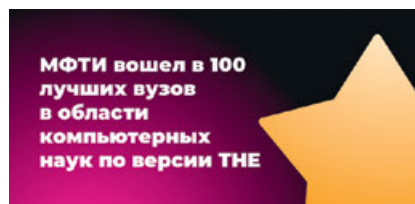
МФТИ В РЕЙТИНГАХ

Этой осенью было опубликовано сразу несколько глобальных рейтингов университетов, где Физтех заметно улучшил свои позиции.

- В общем институциональном рейтинге Times Higher Education (THE) МФТИ занял второе место среди всех российских вузов после МГУ им. М. В. Ломоносова и первое — среди университетов-участников Проекта 5-100. В этом году Физтех вошел в группу 201–250. В сравнении

с 2018 годом вуз улучшил свои позиции, поднявшись на 50 мест в рейтинговой таблице. МФТИ впервые вошел в сотню лучших университетов мира в направлении «Преподавание».

- Согласно рейтингу вузов стран Европы и Центральной Азии с переходной экономикой от глобального аналитического центра Quacquarelli Symonds, МФТИ занял 11-е место, поднявшись на пять позиций, по сравнению с прошлым годом.
- Физтех вошел в 100 лучших вузов мира в области компьютерных наук, заняв 95-е место в предметном рейтинге THE. В области «Инженерные науки и технологии» МФТИ сохранил свою позицию в диапазоне 301–400.



ЯДЕРНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО

Физтех также заключил соглашение о научном сотрудничестве с Институтом ядерных исследований РАН. Институты будут проводить совместные исследования по поиску стерильных нейтрино на установках «Троицк-ню-масс» и KATRIN, поиск безнейтринного бета-распада в экспериментах GERDA и LEGEND, поиск аксионов в эксперименте



ИЯХО и заниматься сопутствующими методическими разработками.



НАГРАЖДЕННЫЕ МЕДАЛЬЮ

Вячеслав Муханов и Рашид Сюняев — выпускники ФОПФ (ныне ЛФИ) 1979 и 1966 года — вместе с выпускником МГУ Алексеем Старобинским получили медаль Дирака за вклад в физику космического микроволнового фона (СМВ) и работы в области изучения ранних этапов развития Вселенной и создания инфляционной теории физической космологии. Алексей Старобинский был одним из первых разработчиков инфляционной модели Вселенной в конце 1970-х годов. Дальнейшее развитие теория получила благодаря проведенным в 1980-х годах исследованиям Вячеслава Муханова и других ученых. Рашид Сюняев предсказал акустические пики микроволнового фона, который считается «отголоском Большого взрыва», а затем способствовал проведению экспериментов, тестирующих эту модель.

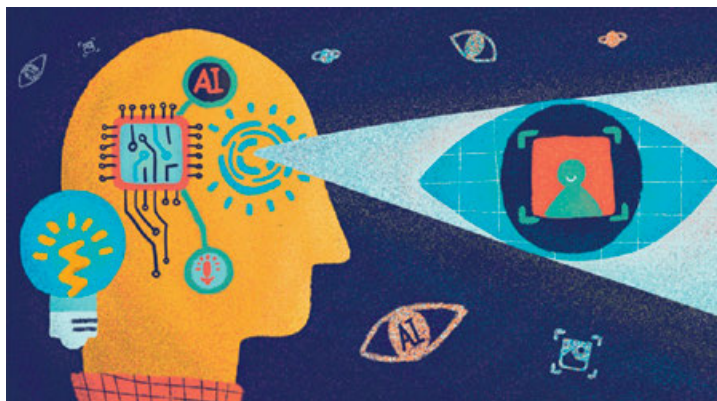
ЛУЧШИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

Роспатент опубликовал список «100 лучших изобретений России 2018 года». В список попали две работы ученых из МФТИ. Первая работа — «Способ измерения концентрации агломератов несферических наноразмерных частиц

в жидких средах». Авторы — ученые из Физтех-школы электроники, фотоники и молекулярной физики Виктор Иванов, Александр Лошкарев и Юрий Токунов. Второе отмеченное исследование — «Способ работы капельного холодильника-излучателя».

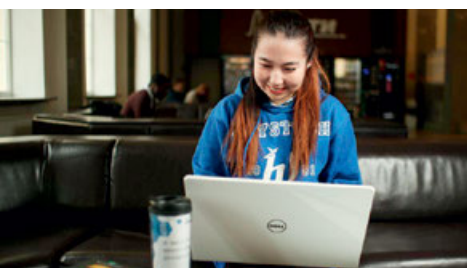
Патентообладатель — корпорация «Роскосмос», авторы — ученые из Физтех-школы аэрокосмических технологий Иван Завьялов, Сергей Негодяев, Наталья Завьялова, Илья Михайлов, Игорь Шашин, Сергей Автайкин, Андрей Сафонов и Алексей Григорьев.

ПОБЕДЫ И НАГРАДЫ



ВМЕСТЕ С HUAWEI

Huawei и МФТИ открыли совместную образовательную программу по компьютерному зрению «Huawei Share» для студентов магистратуры и 3–4 курсов бакалавриата. Компьютерное зрение — одна из самых популярных и активно развивающихся областей исследований в сфере искусственного интеллекта. Цель программы — дать краткое введение в базовые знания и актуальные темы этой области, рассказать студентам о передовых методах и алгоритмах, о популярных библиотеках и разработках.



ИТ-МАГИСТРАТУРА

Физтех-школа прикладной математики и информатики (ФПМИ) запустила магистратуру в области информационных технологий. Программа разработана кафедрой дискретной математики и базовыми кафедрами ИТ-компаний Сбертех, Тинькофф, Яндекс, АБВУУ и 1С в ФПМИ. Среди наборов разработанных курсов анализ данных, промышленная разработка и распределенные вычисления. Студенты продвинутого трека смогут выбирать дисциплины, формируя индивидуальную траекторию обучения.

GOOGLE ОЦЕНИЛ

Ученые из лаборатории нейронных систем и глубокого обучения МФТИ стали победителями конкурса от компании Google «Powered by TF Challenge» на лучший проект в области машинного обучения, который использует библиотеку TensorFlow. Из более 600 участников конкурса Google выбрал пять лучших проектов. Одним из них стала библиотека с открытым исходным кодом для разработки диалоговых систем и чат-ботов DeepPavlov, разработанная командой лаборатории.



МЕЖДУНАРОДНЫЙ ХАКАТОН В БРЕМЕНЕ, ГЕРМАНИЯ

Главный приз за лучший питч в размере 1000 евро: Russian Hack Team (RHT), созданная на базе Физтеха. Команду представляли шесть человек, среди которых студенты 4 и 5 курсов ФПМИ Иван Глушенков и Надежда Зуева.

КОНКУРС ГРАНТОВ ПРЕЗИДЕНТА РФ ПО ПОДДЕРЖКЕ МОЛОДЫХ РОССИЙСКИХ УЧЕНЫХ — КАНДИДАТОВ НАУК ИЗ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Александр Чикиткин — научный сотрудник лаборатории математического моделирования нелинейных процессов в газовых средах МФТИ. Грант выдан за работу «Разработка быстрых численных методов на основе тензорных разложений для решения кинетического уравнения Больцмана».

Дмитрий Агарков — заведующий лабораторией топливных элементов НТЦ автономной энергетики МФТИ. Грант выдан за работу «In-situ исследование токообразующих реакций в электродах твердооксидных топливных элементов (ТОТЭ) с тонкопленочным электролитом методом спектроскопии комбинационного рассеяния света (КРС)». Работа выполнена в базовой организации МФТИ — Институте физики твердого тела РАН.

КОНКУРС НАУЧНЫХ ГРАНТОВ ГУБЕРНАТОРА ПОДМОСКОВЬЯ

Егор Храмов и **Алексей Куреев**, аспиранты МФТИ.

MIT TECHNOLOGY REVIEW «35 INNOVATORS UNDER 35»

Выпускница кафедры физики живых систем МФТИ **Ольга Дудченко** вошла в список 35 инноваторов в возрасте до 35 лет с проектом DNA Zoo, который занимается расшифровкой геномов редких и исчезающих видов.

КОНКУРС ICE VISION ПО РАЗРАБОТКЕ ПО ДЛЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗРЕНИЯ

Excellent performance prize и **4 место в общем зачете**: **Илья Белкин**, 4 курс ФПМИ, **Андрей Султан**, 3 курс ФРКТ и **Сергей Ткаченко**, 1 курс ФРКТ.

ЧЕМПИОНАТ МИРА ПО РОБОФУТБОЛУ ROBOCUP 2019

Первое место в соревновании Challenge Shield: команда МФТИ «Старкит» в составе Владислава Молодцова и Алексея Козина. Руководитель — **Сергей Семендяев**.

ОТКРЫТЫЙ СТУДЕНЧЕСКИЙ ЧЕМПИОНАТ РОССИИ ПО ИГРЕ GO

Второе место в общем зачете: команда МФТИ в составе **Александра Матушкина**, **Михаила Святловского** и **Ивана Решетникова**.

ЧЕМПИОНАТ МИРА ПО РОБОТОТЕХНИКЕ FIRA 2019

Третье место в соревнованиях «Спринт» и «Забег с препятствиями» в лиге Hurocup AdultSize: команда МФТИ «Старкит» в составе **Ивана Хохлова**, **Владимира Литвиненко**, **Ильи Рязина**, **Ильи Осокина** и **Артёма Лукоянова**. Основатель команды — почетный выпускник и инвестор МФТИ **Азерб Бабаев**.



НА МКС ОТКРОЮТ ПЕРВУЮ РОССИЙСКУЮ НАУЧНУЮ ЛАБОРАТОРИЮ

Объединенный институт высоких температур РАН, РКК «Энергия», МФТИ и АО «Лазерные системы» заключили четырехстороннее соглашение о создании научно-исследовательской лаборатории активных дисперсных сред в микрогравитации на борту МКС.



МАТЕМАТИКИ НАШЛИ ЗОЛОТО В БОЛЬШИХ ДАННЫХ

Группа ученых из Московского физико-технического института, а также Сколковского института науки и технологий, Санкт-Петербургского государственного университета и Университета штата Юта (Солт-Лейк Сити, США) опубликовала фундаментальную работу, посвященную применению Controlled-Source Electromagnetic Method (CSEM) — электромагнитного метода с управляемым источником, — на модели легендарного золотого месторождения Сухой Лог в Восточной Сибири. Предложенные математиками и геофизиками способы повышения эффективности CSEM позволят вывести на новый качественный уровень разведку месторождений не только золота, но и других рудных месторождений.



13 СТАРТАПОВ В WASTETECH, КОТОРЫЕ РЕШАЮТ ПРОБЛЕМУ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ

Создатели сервиса управления отходами для бизнеса «Убиратор» — выпускники МФТИ Никита Никишкин и Алексей Хацкевич. Они рассказывают, как их стартап помогает крупным компаниям заботиться об экологии и отправлять отходы производство не на свалку, а в переработку.



КАК ПОЯВИЛАСЬ ВСЕЛЕННАЯ, А В НЕЙ — ЭКЗОПЛАНЕТЫ

В физической номинации Нобелевской премии победили астрономы.

Александр Родин, руководитель Лаборатории прикладной инфракрасной спектроскопии МФТИ рассказывает, в чем заключается мощь данного открытия и как работает поиск экзопланет методом лучевых скоростей.

LENTA.RU

РОССИЯНАМ НАЧНУТ ПЕРЕСАЖИВАТЬ ОРГАНЫ ОТ ЖИВОТНЫХ

В ближайшие несколько лет в России появятся генетически модифицированные животные, органы которых будут специально выращивать для дальнейшей трансплантации людям. В проекте по созданию генетически модифицированных животных для нужд трансплантации будут участвовать специалисты Московского физико-технического института (МФТИ) и китайские ученые.



ВИРТУАЛЬНЫЙ ПОМОЩНИК-ПСИХОТЕРАПЕВТ ПОЯВИТСЯ В РОССИИ

Научные сотрудники Московского физико-технического института (МФТИ) создают умного голосового помощника, который заменит тренера и психотерапевта. В основе программы лежит новый подход в области искусственного интеллекта, модель искусственного сознания. Помощник будет способен отследить физическое и психическое состояние человека и дать рекомендации по изменению образа жизни.



ПРОГРАММА «НАУКА»: ЛЕЧЕНИЕ ВИЧ

Вирус иммунодефицита человека — причина одной из самых смертельных эпидемий в истории человечества. Уже 36 лет ведутся поиски эффективного средства против этого заболевания. Российские ученые в МФТИ и Научном центре имени В. И. Кулакова разрабатывают новые прогрессивные технологии для лечения ВИЧ.

ЧИСЛО СЛУЧАЕВ РАКА В МИРЕ ЗА 10 ЛЕТ ВЫРОСЛО НА ТРЕТЬ



ИНФОРМАЦИОННОЕ
АГЕНТСТВО РОССИИ

С 2007 по 2017 годы число заболевших раком выросло на 33%, составив 24,5 млн человек. Из них скончалось около 9,6 млн человек. К такому выводу пришли ученые из 195 стран, в числе которых были и исследователи из Московского физико-технического института (МФТИ), сообщила пресс-служба вуза. Результаты исследования опубликовал научный журнал JAMA Oncology.

THE BIG QUESTION WITH PAVEL VOLCHKOV: NORMALIZING HUMAN GENOME EDITING

Pavel Volchikov heads the Genome Engineering Lab at the Moscow Institute of Physics and Technology (MIPT). It has several projects involving genome editing mediated by the CRISPR/Cas technology. Discovered just a few years ago, CRISPR/Cas has emerged as one of the hottest scientific trends.



N+1

БРАТСТВО ФИЗТЕХА

Если вы думаете над тем, какой российский вуз дает наиболее фундаментальное образование в областях, связанных с физикой, биоинформатикой, IT и другими дисциплинами, то вас наверняка заинтересует знаменитый Физтех — Московский физико-техниче-

ский институт, расположенный в Долгопрудном. О том, чем он принципиально отличается от других вузов и какую роль в его становлении сыграл выдающийся отечественный ученый, нобелевский лауреат Петр Капица, читайте в нашем материале, подготовленном совместно с МФТИ.

habr

КАК ВЫПУСКНИК ФИЗТЕХА ОТКРЫЛ САМУЮ БОЛЬШУЮ ШКОЛУ ПРОГРАММИРОВАНИЯ В АРМЕНИИ

Карен Шарафян родился и вырос в Армении, окончил факультет общей и прикладной физики МФТИ, поступил в магистратуру Сколтеха и МФТИ, но решил вернуться в Армению, где с партнерами открыл крупнейшую в стране школу программирования. Поговорили с Кареном об IT-образовании в Армении, пути джуниора, зарплатах в армянском технологическом секторе, и чем привлекает Ереван после Москвы.



ЭКСКЛЮЗИВНОЕ ИНТЕРВЬЮ РЕКТОРА МФТИ НИКОЛАЯ КУДРЯВЦЕВА В АВТОРСКОМ ПРОЕКТЕ ТЕЛЕКАНАЛА НТВ «ПОЗДНЯКОВ»

Как далеко продвинулись лаборатории МФТИ в продлении жизни и в разработке уникальных лекарств, в том числе от раковых заболеваний? Кто стоит в очереди за выпускниками вуза, который ковал кадры для оборонки? На эти и другие вопросы в эксклюзивном интервью программе «Поздняков» ответил ректор знаменитого физтеха Николай Кудрявцев.



NASA FINDS MARS “PROOF OF LIFE” IN GALE CRATER?

Based on one report, an expert on planetary climates in the solar system and head of the infrared spectroscopy lab at the Moscow Institute of Physics and Technology (MIPT), explained that the methane spike could be the NASA rover itself. The theory came from Alexander Rodin, who worked on Mars Express and ExoMars. Rodin shared that the gas may have been a result of “equipment artifact.”

ПОДМОСКОВНЫХ СТУДЕНТОВ «ПОДРУЖАТ» С ИСКУССТВЕННЫМ ИНТЕЛЛЕКТОМ

360°

Московский государственный областной университет и Московский физико-технический институт, наряду с еще 98 вузами России, подписали меморандум о сотрудничестве в сетевом проекте по обучению технологиям искусственного интеллекта (ИИ).

ГЕНЕТИКИ РАСКРЫЛИ СЕКРЕТ ДОЛГОЛЕТИЯ МУХ-МУТАНТОВ

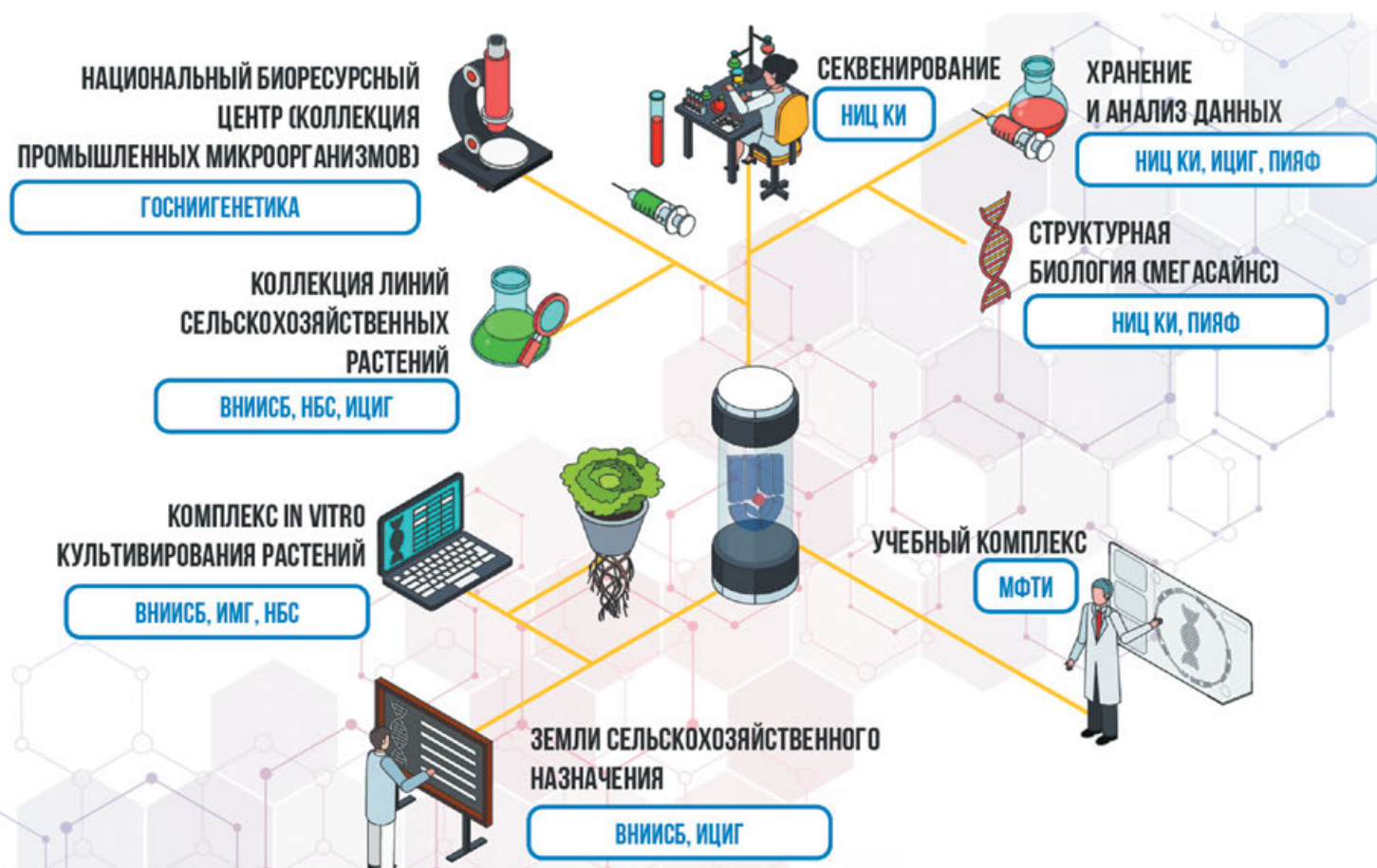
Исследователи из МФТИ совместно с коллегами установили, на какие гены воздействует мутация, продлевающая жизнь дрозофил. Работа проясняет механизмы старения и выявляет мишени для лекарств против возрастных заболеваний.



ИЗВЕСТИЯ

«КУХНЯ ПОГОДЫ» ВСЕЙ ЗЕМЛИ

Леопольд Лобковский, заведующий лабораторией геофизических исследований Арктики и континентальных окраин Мирового океана МФТИ рассказывает о ряде экспедиций, которые были организованы совместно с Тихоокеанским океанологическим институтом им. В.В. Ильичева ДВО РАН, Институтом океанологии им. П.П. Ширшова РАН и МФТИ. В ходе этих исследований были обнаружены мощные выбросы метана в атмосферу.



Консорциум на базе Курчатовского центра, в который Физтех вошел вместе с семью другими научными организациями в сентябре этого года, прошел отбор для создания одного из трех Центров геномных исследований мирового уровня.

Геномному центру в МФТИ быть

✍ Татьяна Небольсина

В начале 2019 года правительство утвердило Федеральную научно-техническую программу развития генетических технологий на 2019–2027 годы. Программа была создана для ускоренного развития генетических технологий, в том числе технологий редактирования генома, для медицины, сельского хозяйства и промышленности, а также совершенствования мер предупреждения чрезвычайных ситуаций биологического характера и контроля в этой области.

Курчатовский институт стал главной научной организацией, которая будет проводить экспертизу реализации программы, оценивать потенциал ее коммерциализации и заниматься аналитическим сопровождением.

В рамках реализации программы развития генетических технологий было решено создать три центра геномных исследований мирового уровня, предусмотренные национальным проектом «Наука».

Для выбора баз, на которых будут организованы центры, Минобрнауки провело отбор организаций. Экспертизу заявок проводили Российский научный фонд и экспертная комиссия при президиуме Совета по реализации программы развития генетических технологий.

В результате определили трех победителей. Первый центр — по направлению «Биобезопасность и обеспечение технологической независимости» — будет организован на базе Роспотребнадзора. На второй — по направлениям «Генетические технологии для развития сельского хозяйства» и «Генетические технологии для промышленной микробиологии» — выбран Курчатовский геномный центр, в который вошли НИЦ «Курчатовский институт», Институт цитологии и генетики СО РАН, Всероссийский НИИ сельскохозяйственной биотехнологии, Институт молекулярной генетики РАН, МФТИ, Петербургский институт ядерной физики им. Б. П. Константинова, ГосНИИгенетики и Никитский ботанический сад ННЦ РАН. По направлению «Генетические технологии для медицины» отобран Центр высокоточного редактирования и генетических технологий для биомедицины, объединивший Институт молекулярной биологии им. В. А. Энгельгардта РАН, Институт биологии гена РАН, РНИМУ им. Н. И. Пирогова и ФНКЦ физико-химической медицины ФМБА России. **ЗН**

ПЛАНЫ

Ключевой результат Геномного центра МФТИ на 2024 год: разработка и внедрение двух новых магистерских программ, соответствующих мировому уровню, по направлениям «Геномная инженерия» и «Молекулярная биофизика и структурная биология».



Редакция ЗН попросила **Павла Волчкова**, заведующего лабораторией геномной инженерии МФТИ, прокомментировать это важное событие:

— Центры нужно было сделать для концентрации в одном месте науки, образования и трансляции, то есть внедрения в практику. Такие мощные центры, которые могут дать быстрый feedback, быстрое развитие этому направлению. Все задуманное может воплотиться только в виде консорциума организаций, тесно работающих друг с другом.

Основная зона ответственности МФТИ — это образование. Но, как мы понимаем, образование не может существовать без науки и, тем более, без трансляции. Задача Физтеха — создать полноценный образовательно-научный центр на базе своего кампуса в сотрудничестве с организациями, вошедшими в консорциум.

Почему именно Физтех победил в конкурсе? Физтех силен своими студентами. Программы обучения на Физтехе заточены на физику, математику и computer sciences. Именно это делает студентов МФТИ востребованными. Сейчас большинство генетических исследований имеет в разной, но значительной степени биоинформатическую составляющую. Это как работа с большими данными, так и структурный анализ, визуализация, машинное обучение и т. д.

Передовые проекты в науке сегодня находятся на пересечении разных дисциплин. Мы работаем на стыке молекулярной биологии, генетики и computer sciences (биоинформатики), это делает данное направление достаточно уникальным. Например, наша лаборатория сформировалась 4 года назад по Проекту 5-100. Мы создаем инструменты редактирования и инструменты доставки и применяем их для создания генетически модифицированных организмов животных, для создания терапии. Это очень большое количество задач и проектов. Поэтому на базе нашей лаборатории, а также большого Центра исследования молекулярных механизмов старения и возрастных заболеваний мирового уровня и очень сильной лаборатории нанобиотехнологий, которой заведует Максим Никитин, был создан Геномный центр МФТИ.

Через нас проходит огромное количество студентов. Те индивидуальные научно-образовательные проекты, которые мы ведем в своей лаборатории, назрело время масштабировать более углубленно в виде отдельных образовательных программ. И мы собираемся это делать совместно с коллегами. Мы готовы и хотим делиться, создавая магистерскую программу. Школы остаются школами. А геномный центр будет дополнительной межфакультетской площадкой для взаимодействия. Туда могут входить лаборатории, которые действуют и работают в рамках других структурных образований МФТИ.

Этот центр создается, чтобы объединить и усилить существующие на данный момент группы Физтеха для создания новых образовательных программ и новых научных коллабораций!

✍ Андрей Бабёнышев

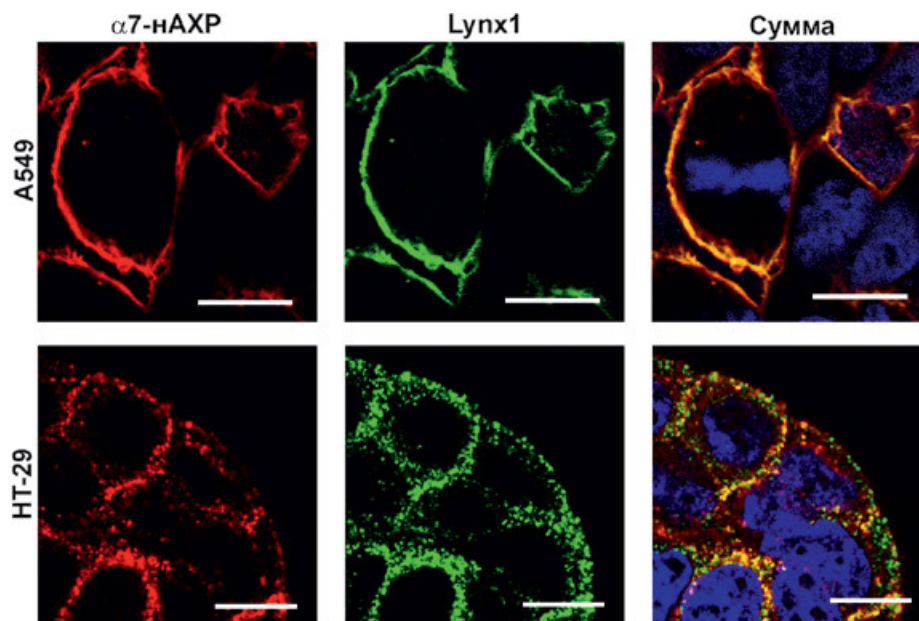
Подействовать на нервы

Регуляция нейрорецепторов может уничтожать клетки карциномы (рака) легкого.

НАХР как мишень

Серьезной проблемой эффективности лечения онкологических заболеваний является низкая избирательность лекарств. Ученые ищут способы воздействия исключительно на раковые клетки.

Никотиновые ацетилхолиновые рецепторы (НАХР) регулируют передачу сигнала в периферийной и центральной нервной системе. Однако они были найдены и в клетках эпителия и иммунной системы. НАХР определенного типа $\alpha 7$ -НАХР, обнаруженные в раковых клетках, играют важную роль во многих процессах, в том числе в зарождении и развитии опухолей, связанных с табакокурением. $\alpha 7$ -НАХР являются главными рецепторами, опосредующими токсичное действие никотина в раковых клетках. Ученые из ИБХ



Солокализация белка Lynx1 (зеленый цвет) и $\alpha 7$ -НАХР (красный цвет) в клетках рака легкого (A549) и прямой кишки (HT-29). Синим цветом выделены ядра клеток. Масштаб шкалы 10 мкм.
Источник: Bychkov et al., PLOS ONE

РАН и МФТИ решили для борьбы с опухолью использовать белок, способный регулировать $\alpha 7$ -НАХР.

РЕГУЛИРУЮЩИЙ БЕЛОК

Lynx1 — белок млекопитающих, родственный α -нейротоксинам из яда змей. Но, в отличие от токсинов, связывание Lynx1 с НАХР активирует рецепторы, что, как оказалось, запускает внутриклеточные каскады, контролируемые рост эпителиальных клеток. Авторы данного исследования с помощью метода конфокальной микроскопии обнаружили совместную локализацию Lynx1 и $\alpha 7$ -НАХР на поверхности клеток карциномы легкого и прямой кишки (A549 и HT-29 соответственно, см. рисунок). Активация $\alpha 7$ -НАХР никотином способствует росту опухолевой ткани, а Lynx1, взаимодействующий с $\alpha 7$ -НАХР, подавляет этот про-

цесс. Ученые решили использовать для борьбы с опухолью водорастворимый вариант белка ws-Lynx1.

КЛЕТОЧНАЯ СМЕРТЬ

Эксперименты подтвердили гипотезу. Добавление ws-Lynx1 к клеткам A549 (модельная линия карциномы легкого) существенно снизило их количество спустя 72 часа. Регуляция $\alpha 7$ -НАХР с помощью ws-Lynx1 привела к запуску большого количества сигнальных путей в раковых клетках, которые в свою очередь остановили их деление и запустили программу клеточной смерти — апоптоз.

Оригинальная статья: Water-soluble variant of human Lynx1 induces cell cycle arrest and apoptosis in lung cancer cells via modulation of $\alpha 7$ nicotinic acetylcholine receptors; Maxim Bychkov et al.; PLOS ONE, May 2019. **ЭН**

ПРЯМАЯ РЕЧЬ



Екатерина Люкманова, один из соавторов работы, руководитель группы биоинженерии нейромодуляторов и нейрорецепторов ИБХ РАН, доцент кафедры физико-химической биологии и биотехнологии МФТИ:

— В предыдущих исследованиях было показано, что при раке легкого искусственное увеличение наработки Lynx1 с помощью редактирования генома приводило к торможению роста опухолевых клеток. Мы предположили, что подобного действия можно добиться, используя водорастворимый аналог белка Lynx1, концентрацию которого и вызываемые эффекты легче контролировать.

✍ Максим Казарновский

Рентгеновский прицел

Ученые рассказали о секретах метода для анализа третичных структур белков.

ФОТО БЕЛКА

Рентгеновская кристаллография, или иначе рентгеноструктурный анализ — один из главных методов определения трехмерной структуры биологических макромолекул, таких, например, как белки. Благодаря этому методу получены структуры множества важных для фармакологии ферментов и рецепторов. Это позволило разработать лекарственные молекулы, влияющие на белки.

Исследователи из МФТИ специально для журнала Expert Opinion on Drug Discovery сделали обзор перспективных методов для анализа структур белков.

Для рентгеноструктурного анализа необходимо предварительно кристаллизовать белок. Затем его помещают в специальное устройство, где облучают рентгеновским излучением. По картине дифракции ученые могут установить, какой атом в какой позиции кристалла находится, и тем самым определить трехмерную структуру формирующей кристалл белковой молекулы.

МЕТОД ДЛЯ ТРУДНЫХ МИШЕНЕЙ

Почти сразу после изобретения рентгеновской кристаллографии стало ясно, что не все биологические макромолекулы удастся

ПРЯМАЯ РЕЧЬ

Алексей Мишин, замруководителя лаборатории структурной биологии рецепторов МФТИ:

— Главной прорывной особенностью серийной фемтосекундной рентгеновской кристаллографии стала крайне высокая плотность энергии лазерного импульса. Объект подвергается столь мощному излучению, что неминуемо и почти мгновенно разрушается. Однако до его разрушения лазерное излучение успевает рассеяться и попасть на детектор, что дает ученым материалы для исследования структуры исходного белка.

кристаллизовать. Особенно важным для структурной биологии и фармакологии классом человеческих белков являются мембранные белки, однако получение их кристаллов достаточного размера и качества для классической кристаллографии крайне затруднено.

Менее 10 лет назад наконец было найдено решение для таких микрокристаллов. Его назвали серийной фемтосекундной рентгеновской кристаллографией, или SFX. В основе реализации SFX лежат изобретенные незадолго до этого рентгеновские лазеры на свободных электронах.

Хотя новая технология позволила исследователям взглянуть на белки, ранее не поддававшиеся анализу, она также потребовала разработки множества дополнительных технических и математических решений. При SFX кристалл разрушается сразу, при первом взаимодействии с мощным рентгеновским

импульсом. В результате ученым необходимо последовательно облучать множество мелких кристаллов и анализировать целую серию картин дифракции (именно поэтому технология получила название «серийной»). Кроме того, возникла проблема отбора образцов. Также пришлось придумывать особые методики подачи образца в камеру.

Первые результаты данная технология дала уже в 2011 году, и с тех пор более 200 новых расшифровок структур для различных белков стали доступны научному миру. Среди них 51 потенциально важная для фармакологии мишень (мембранные рецепторы, ферменты, вирусные белки и т. д.), ранее не поддававшаяся классическим методам анализа.

Оригинальная статья: An outlook on using serial femtosecond crystallography in drug discovery; Alexey Mishin et al.; Expert Opinion on Drug Discovery; Jun 2019. **ЭН**



✍ Вячеслав Мещеринов

Содружество антагонистов

Элементарные составляющие будущих посткремниевых электронных устройств создали из системы «сверхпроводник — ферромагнетик».

ПОСТКРЕМНИЕВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

Техпроцесс создания микроэлектронных компонентов на основе кремния приближается к теоретическому минимуму возможных размеров. Поэтому дальнейшее увеличение вычислительных мощностей, а значит, и миниатюризация компонентной базы требует новых подходов. У систем «сверхпроводник — ферромагнетик» в этом отношении есть хорошие перспективы в волновой электронике. Ограничением для широкого применения таких систем пока является только невозможность их существования при комнатной температуре.

Магноника изучает возможность передачи и обработки информации с помощью спиновых волн. Если в фотонике мы имеем дело с фотонами или электромагнитными волнами, то в магнонике главная роль за спиновыми волнами или магнонами — гармоническими колебаниями ориентации магнитного момента. В ферромагнетике магнитные моменты электронов, то



Иллюстрация @tsarcyanide

есть их спины, упорядочены. Возникающие в этом упорядочении волны называются «спиновыми волнами».

Элементарная система, с которой нужно начинать создавать какие-либо устройства, построенные на работе со спин-волновыми сигналами, — магнонные кристаллы. Они станут базовыми элементами для частотных фильтров и магнонных устройств, которые являются аналогами транзисторов.

ПРОТИВОПОЛОЖНОСТИ ПРИТЯГИВАЮТСЯ

Авторы работы проверяли базовую гипотезу — можно ли из

гибридной системы «сверхпроводник — ферромагнетик» сделать магнонный кристалл. Сверхпроводимость и ферромагнетизм сами по себе антагонисты. В сверхпроводниках, в связанных парах электронов (куперовских парах) ориентация спинов направлена противоположно, а в ферромагнетиках — сонаправлена.

Работа состояла из трех этапов: изготовления и измерения образца с последующим моделированием. Исследователи поместили регулярную сверхпроводящую структуру ниобия (Nb) поверх тонкой пленки ферромагнитного пермаллоя (Py) — 80% никеля (Ni) и 20% железа (Fe).



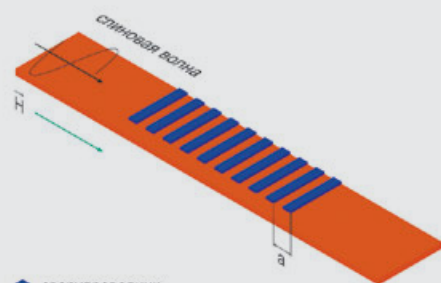
ПРЯМАЯ РЕЧЬ

Игорь Головчанский, научный сотрудник лаборатории топологических квантовых явлений в сверхпроводящих системах МФТИ:

— Традиционно магноника предполагала работу при комнатной температуре. Поэтому раньше ни о какой гибридации ферромагнетиков со сверхпроводниками, которые не существуют при комнатной температуре, речи и не шло. Наша лаборатория занимается криогенными системами. Мы решили посмотреть, что можно сделать с магнонными системами при криогенных температурах, заставив их взаимодействовать со сверхпроводниками.

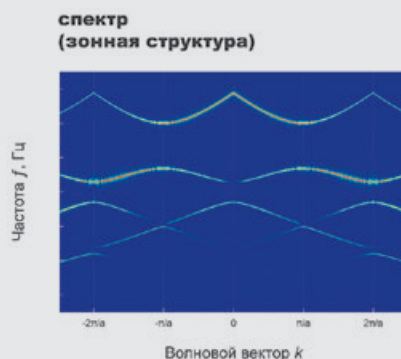
Результаты эксперимента показали принципиальную возможность работы с магнонными кристаллами на основе гибридной системы «сверхпроводник — ферромагнетик». Ученые также продемонстрировали, что в них реализуется интересная структура с запрещенными зонами в гигагерцовом диапазоне.

Оригинальная статья: Ferromagnet/Superconductor Hybrid Magnonic Metamaterials; Igor A. Golovchanskiy et al.; Advanced Science, July 2019. **ЭН**



● сверхпроводник
● ферромагнитная пленка

Схематическое изображение пропускания спиновых волн через метаматериал и результирующий волновой спектр, отражающий свойства искусственного кристалла. @tsarcyanide



✍ Анастасия Митько

Иллюстрация
@tsarcyanide

Серебро и все-все-все

Ученые с помощью компьютерного моделирования вычислили недостающие справочные данные для соединений серебра.

ВОСТРЕБОВАННОЕ СЕРЕБРО

Соединения серебра широко применяются в разных сферах нашей жизни — с их помощью можно обеззараживать воду и раны, делать фотографии или заставлять облака пролиться дождем в нужное время в нужном месте. Для того, чтобы прогнозировать химические свойства вещества, исследователям необходимо знать его термодинамические характеристики — энтальпию образования и энтропию. Используя их значения, возможно предсказать, будет ли при данных условиях происходить реакция, определить оптимальное соотношение компонентов, также можно, меняя температуру или давление, регулировать полноту протекания реакции.

НЕПОЛНЫЕ СПРАВОЧНИКИ

Энтальпию и энтропию можно либо измерить (что требует сложных и дорогостоящих экспериментов), либо вычис-

лить, опираясь на данные из справочников. «Казалось бы, выбор очевиден, особенно с учетом того, что определить теплоты некоторых реакций при помощи эксперимента невозможно, — комментирует Юрий Миненков, старший научный сотрудник лаборатории суперкомпьютерных методов в физике конденсированного состояния МФТИ. — Но тут возникает несколько проблем. Во-первых, не для всех веществ энтальпии образования и эн-

тропии известны. Во-вторых, даже если данные есть, они могут существенно различаться в разных справочниках или быть измеренными с большими погрешностями».

Удивительно, но факт — в существующих справочниках до недавнего момента были даны лишь для 11 соединений серебра.

АДЕКВАТНАЯ МОДЕЛЬ

Ученые из МФТИ совместно с коллегами из Института физической химии и электрохимии им. А. Н. Фрумкина РАН, Ивановского химико-технологического университета и Университета им. Короля Абдаллы (Саудовская Аравия) рассчитали с помощью компьютерного моделирования энтальпии образования и энтропии более сотни веществ.

Адекватность предложенной численной модели авторы проверили на доступных данных, и, убедившись, что расчеты с ними совпадают, вычислили значения термодинамических функций для 90 соединений серебра, информация по которым отсутствовала.

Оригинальная статья: Gas Phase Silver Thermochemistry from First Principles; Irina Minenkova et al.; Inorganic Chemistry, June 2019. **ЭН**



ПРЯМАЯ РЕЧЬ

Юрий Миненков, старший научный сотрудник лаборатории суперкомпьютерных методов в физике конденсированного состояния МФТИ:

— Классический метод связанных кластеров, используемый для решения электронного уравнения Шрёдингера и являющийся «золотым стандартом» современной квантовой химии, был нами заменен на его локальную версию, относительно недавно разработанную учеными из Института Макса Планка. Время работы для канонического метода не позволяло проводить расчеты для больших молекул. Переход к локальной версии позволил на порядок уменьшить необходимые вычислительные ресурсы.

✍ Сергей Stanisлавский



must not go on

Исследование распространения ВИЧ в мире показывает плохую динамику в России.

ГЛОБАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ

Команда исследователей из 195 стран провела сравнительный анализ заболеваемости и смертности от болезни, вызванной вирусом иммунодефицита человека (ВИЧ), по всему миру. Собранные данные показали, сколько людей были инфицированы ВИЧ и умерли за период с 1990 по 2017 год, к какой возрастной группе принадлежит большинство инфицированных, сколько человек получают необходимую антиретровирусную терапию и каковы прогнозы по достижению показателей по снижению заболеваемости и смертности от ВИЧ к 2030 году, провозглашенных ООН.

ЭПИДЕМИЯ ВИЧ

Если на середину 1980-х контингент ежегодно инфицируемых ВИЧ составлял 1,5 млн человек, то к моменту гибели Айзека Азимова (апрель 1992, инфицирован

ПРЯМАЯ РЕЧЬ

Станислав Отставнов, один из участников исследования, заместитель заведующего лабораторией анализа показателей здоровья населения и цифровизации здравоохранения МФТИ:

— Примером может служить знаменитый баскетболист Ирвин «Мэджик» Джонсон, пару недель назад разменявший седьмой десяток. ВИЧ у него диагностировали еще в 1992 году. Безусловно, финансовые возможности талантливого спортсмена недостижимы для большей части ВИЧ-инфицированных. Однако в результате реализации инициатив по борьбе с эпидемией ВИЧ антиретровирусная терапия к сегодняшнему дню стала доступна более чем половине от общего количества инфицированных.

ВИЧ при проведении операции на сердце) число заболевших за год превысило 2 млн, а общее число инфицированных перевалило за 10 млн. Пика инфекция достигла во второй половине 90-х годов: каждый год заболевали более 3 млн. В свою очередь, пик смертности от ВИЧ пришелся на середину первой декады третьего тысячелетия: тогда эпидемия уносила жизни практически 2 млн человек в год.

Сегодня, несмотря на общий рост населения, в целом по миру наблюдается спад заболеваемости (менее 2 млн человек в год) и смертности от ВИЧ (менее 1 млн

при контингенте инфицированных, оцениваемом в 35 млн человек.

Существенную роль в борьбе с эпидемией ВИЧ играет антиретровирусная терапия (АРТ), способная существенно затормозить прогрессирование болезни.

СНИЖАЕТСЯ В АФРИКЕ, РАСТЕТ В РОССИИ

Традиционно наименее благоприятная обстановка с распространением ВИЧ наблюдается в Африке. Однако там же за минувшее десятилетие достигнут и наибольший прогресс: рекордное снижение смертности от ВИЧ зафиксировано в Зимбабве (на 20,8%) и Танзании (17,7%), а снижение заболеваемости — в Эсватини (Свазиленде; 21,8%).

К сожалению, из общей тенденции есть и исключение: на планете существует область, где эпидемия ВИЧ набирает обороты, — это ряд государств бывшего СССР. За минувшее десятилетие наибольший прирост смертности наблюдается в Грузии (на 17,6%), а заболеваемости — в России (13,2%) и Казахстане (12,1%).

Число инфицированных за год в России оценивается в 139 тыс. человек. Среди причин подобной ситуации называются недостаточный доступ к медицинской помощи групп с высоким риском заражения ВИЧ (инъекционных наркозависимых, «жриц любви» и их клиентов), ограниченный доступ к АРТ, высокий уровень наркозависимости при законодательном запрете заместительной терапии, а также высокий уровень табуированности темы.

Оригинальная статья: Global, regional, and national incidence, prevalence, and mortality of HIV, 1980–2017, and forecasts to 2030, for 195 countries and territories: a systematic analysis for the Global Burden of Diseases, Injuries, and Risk Factors Study 2017; GBD 2017 HIV collaborators; Lancet HIV, August 2019. [en](#)

✍ Наталья Ферапонтова

Жертвы Батыя

Генетики установили родственные связи жертв массовой резни при разорении Ярославля Батыем в 1238 году.

НАШЕСТВИЕ В XIII ВЕКЕ

В летописях Ярославль лишь упоминается в одном ряду с другими городами, разоренными войсками Батыя во время его похода на земли Владимиро-Суздальского княжества в начале XIII века. Однако реальные масштабы трагедии открылись совсем недавно, когда в 2005 году начались охранные раскопки перед восстановлением Успенского собора, построенного в начале XIII века и взорванного в 1937 году. Менее чем за пять лет в Ярославле, о разгроме которого почти ничего не говорилось в летописях, было найдено самое большое число могил — девять массовых погребений и более 300 захоронений людей, умерших насильственной смертью. Предыдущие исследования позволили восстановить детальную картину гибели города и доказали, что эти люди погибли в результате разорения города войсками Батыя в феврале 1238 года.

ЗАХОРОНЕНИЕ

Одно из массовых захоронений было совершено в неглубокой яме во дворе богатого деревянного дома, который сгорел во время штурма города.



ПРЯМАЯ РЕЧЬ

Ася Энговатова, руководитель раскопок в Ярославле, заместитель директора ИА РАН:

— Нашествие Батыя было величайшей трагедией для всей страны, несопоставимой с другими событиями по жестокости и разрушению — неслучайно оно оказалось одним из немногих событий, получивших отражение в русском фольклоре. И теперь, зная, что происходило в этих городах, мы понимаем, что летописные метафоры «город утонул в крови» почти соответствовали действительности. В некоторых публикациях последних 10–15 лет высказывалась точка зрения, что вхождение в Орду было почти мирным, почти добровольным и не было никаких особых зверств. Но сейчас очевидно, что это не так.

Многие из погребенных имели признаки насильственной смерти: на костях были обнаружены травмы, нанесенные колющими и рубящими предметами, без признаков заживления. Некоторые кости обгорели: вероятно, это следы городского пожара.

Получены очень точные данные, позволяющие определить время захоронения. Эти люди были убиты, довольно долго лежали в снегу, в апреле-мае на останках начали размножаться мухи, и в конце мая — начале июня тела закопали в яме рядом с усадьбой, где, вероятно, эти люди жили.

АНАЛИЗ ПАЛЕОДНК

Специалисты МФТИ во главе с руководителем лаборатории исторической генетики, радиоуглеродного анализа и прикладной физики Харисом Мустафиным провели комплексное молекулярно-генетическое исследование останков восьми погребенных. Исследования идентифицировали одни и те же мутации митохондриальной ДНК у трех индивидов, а исследования по аутосомным маркерам ДНК позволили определить не только родство, но и степень близости родства.

«Мы выяснили, что в одном из захоронений находились останки семьи из трех поколений. По данным антропологов, это были бабушка старше 55 лет, ее дочь 30–40 лет и внук — молодой мужчина около 20 лет», — сказала Ася Энговатова.

Оригинальная статья: Родство погребенных в одном из массовых захоронений 1238 года в Ярославле в свете данных морфологии и генетики; Тарасова А. А., Энговатова А. В., Мустафин Х. Х., Альборова И. Э.; Сборник материалов Международной научной конференции «VIII Алексеевские чтения», Москва, 26–28 августа 2019. **31**

Травмы на черепах. Фото ИА РАН



✍ Елена Егорова

Человек меняет кожу

Среди причин старения ученые обнаружили двунитевые разрывы в ДНК.

БИОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ

Представления о причинах и механизмах биологического старения, к которым склоняется большинство геронтологов мира, так или иначе базируются на гипотезе о накоплении с возрастом в клетках организма различных генетических нарушений, снижающих способность клеток к репарации (восстановлению) критических повреждений ДНК. Группа цитологов и геронтологов из десяти российских институтов решила изучить эти процессы на примере фибробластов, находящихся в среднем слое кожи. Сравнивая множество показателей биологических образцов, полученных от доноров различного возраста, ученые определяли степень вли-

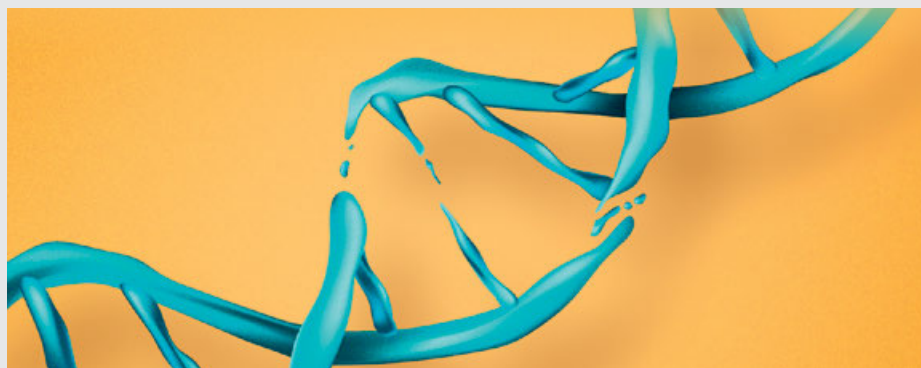


Иллюстрация Елены Хавиной

ПРЯМАЯ РЕЧЬ



Андреян Осипов, профессор РАН, старший научный сотрудник лаборатории разработки инновационных лекарственных средств МФТИ:

— Мы искали связь возраста человека и его кожи с накоплением в фибробластах критических повреждений ДНК особого вида, так называемых двунитевых разрывов. Мы обнаружили новую закономерность, проливающую свет на клеточные механизмы старения человека и подсказывающую новые направления поиска «лекарства от старости».

яния некоторых клеточных процессов на механизмы старения организма.

ОТДЕЛИТЬ КЛЕТКИ

В качестве маркеров двунитевых разрывов ДНК в клетках человека радиобиологи чаще всего используют фокусы фосфорилированного гистона γ H2AX, которые формируются в областях хроматина, прилегающих к двунитевому разрыву. Однако обнаружить корреляцию количества этих фокусов в активно пролиферирующих (размножающихся делением) клетках с возрастом человека до сих пор никому не удавалось.

Дело в том, что в популяциях пролиферирующих клеток, с которыми работает большинство ученых, обычно имеются клетки, пребывающие на разных стадиях клеточного цикла. Некоторая часть клеток находится на стадии синтеза ДНК, в так называемой

S-фазе, когда хоть и образуется множество двунитевых разрывов, но потом они корректно репарируются. Поэтому если в таких обстоятельствах анализировать маркеры разрывов, то можно обнаружить корреляцию только с клеточной пролиферативной активностью, которая от возраста донора практически не зависит.

«Наша идея заключалась в том, чтобы отделить покоящиеся клетки от пролиферирующих и посчитать их фокусы раздельно, — объясняет Андреян Осипов. — Сделать это удалось с помощью маркера клеточного деления Ki67».

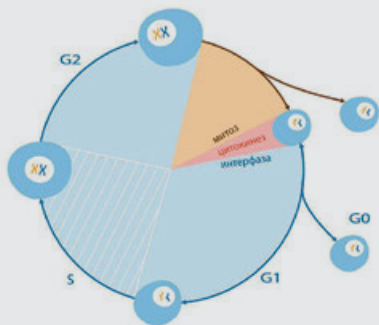
ЗАВИСИМОСТЬ

В результате ученые впервые в мире обнаружили совершенно четкую и однозначную зависимость количества двунитевых разрывов в покоящихся фибробластах кожи от возраста доноров.

Обнаружение этой зависимости позволяет, в частности, предположить возможность создания метода антивозрастной терапии, основанного на повышении эффективности репарации двунитевых разрывов. Добиться последнего в будущем, возможно, удастся с помощью методов генной инженерии или подбора химических соединений, влияющих на соответствующие процессы.

Оригинальная статья: Spontaneous γ H2AX foci in human dermal fibroblasts in relation to proliferation activity and aging; Vadim Zorin et al.; Aging, July 2019. **ЗН**

Жизненный цикл клетки



G0 — фаза «покоя». Клетка просто живет и пока не собирается делиться; G1 — начинается синтез клеточных компонентов; S — здесь происходит синтез (репликация) ДНК клеточного ядра; G2 — подготовка к митозу — и, наконец, митоз, деление клетки на две новые.

Иллюстрация Елены Хавиной

✍ Виктория Максимчук

О мерзлоте расскажет спутник

Ученые предложили метод расчета глубины промерзания почвы по данным микроволновой радиометрии.

КРИОСФЕРА ЗЕМЛИ

Вечная мерзлота, морские льды, снежные и ледяные покровы, континентальные ледниковые щиты, горные ледники и системы ледяных облаков являются ключевыми компонентами криосферы Земли. Научное исследование криосферы имеет большое значение для решения задач, связанных с изменением климата, региональными водными ресурсами, деградацией вечной мерзлоты и изменением уровня моря. Однако регионы с компонентами криосферы, как правило, характеризуются суровыми климатическими условиями, большой протяженностью и труднодоступностью.

МИКРОВОЛНОВАЯ РАДИОМЕТРИЯ

Группа ученых из Института космических исследований РАН, Института водных и экологических проблем СО РАН и МФТИ предложила способ определения глубины промерзания почвы по данным спутниковой микроволновой радиометрии.

ПРЯМАЯ РЕЧЬ

Василий Тихонов, доцент кафедры космической физики МФТИ, старший научный сотрудник ИКИ РАН:

— Мы проверили точность метода на примере Кулундинской равнины — обширной степи южной части Западной Сибири. Для этого потребовалось провести сравнительный анализ данных спутниковой микроволновой радиометрии, реальных параметров почвы и климатических характеристик, полученных на метеостанциях.



Спутниковая микроволновая радиометрия является наиболее оптимальным методом дистанционного зондирования, который позволяет исследовать недоступные или даже ранее неизвестные места нашей планеты. Среди ее преимуществ также возможность получения данных с обширных площадей, большая частота наблюдений в высоких широтах, независимость сбора данных от солнечной освещенности и атмосферных условий, чувствительность к подповерхностным процессам и относительная дешевизна.

СВОЙ МЕТОД РАСЧЕТА

Оказалось, что одинаковые значения данных со спутника могут соответствовать разной глубине промерзания почвы. На это влияет способность почвы к излучению, которое может меняться в зависимости от влажности, засоленности, состава и других характеристик. Также ученые выяснили, что однократные

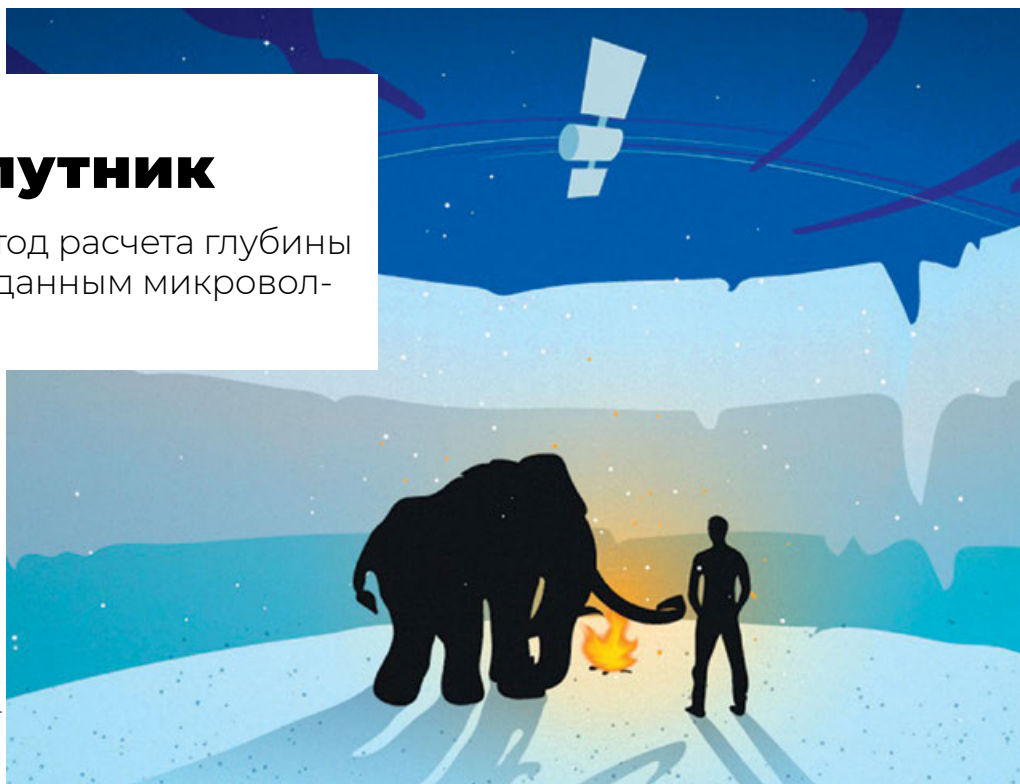
измерения с помощью микроволновой радиометрии не могут дать точных результатов, так как радиоволны отражаются от границ между мерзлым слоем и незамерзшей почвой.

Исследователи включили это в расчет и предложили метод, с помощью которого можно определить глубину промерзания почвы по данным спутника SMOS (Soil Moisture and Ocean Salinity) с высокой точностью.

Модельные расчеты сверили с реальными измерениями на тестовых участках. Данные практически совпали. Теперь, используя эту методику, можно определять глубины промерзания почвы по спутниковым данным на разных территориях. Мониторинг этого параметра поможет увидеть реальные последствия климатических изменений.

Оригинальная статья: Оценка глубины промерзания почвенного покрова по данным спутника Smos; Д. А. Боярский и др.; Исследование Земли из космоса, Выпуск: № 2 (2019). **зн**

Иллюстрация Елены Хапиной



т е р р а — — ф о р м и р о — — в а н и е

Терраформирование, согласно Википедии, — это изменение климатических условий планеты для приведения атмосферы, температуры и экологических условий в состояние, пригодное для обитания земной жизни. Но что если планета изменяется под потребности одного-единственного вида?



ПОУШИ В ПЛАСТИКЕ

Химические бомбы замедленного действия. Так определяет свалки Валерий Петросян, эксперт ООН по химической безопасности, ректор Открытого экологического университета МГУ. С ним и с экологом Павлом Бондаренко, доцентом департамента химии МФТИ, мы обсудили сложную тему переработки пластика и отходов.

ЗЛОВНИЕ СВАЛОК

Химические процессы, происходящие под воздействием солнечного тепла в теле свалок, приводят к образованию новых веществ, многие из которых являются токсичными для человека, животных и растений. Каким будет состав новообразований — зависит от отходов на конкретной свалке. Твердые токсиканты остаются в теле свалки, а газообразные и жидкие покидают ее через воздух и почву, разносятся ветром и подземными водами, приводя к интоксикации всего живого. С 2019 года в России началась реформа сферы обращения с твердыми коммунальными отходами (ТКО), направленная на решение проблемы стихийных свалок и улучшение экологической обстановки.

По словам Павла Бондаренко, экологическая безопасность связана прежде всего с безопасностью химической: «Мы должны стремиться к сохранению природных экосистем, так как они влияют на формирование окружающей среды и, в том числе, на безопасность человека в широком смысле».

ПРЯМАЯ РЕЧЬ



Валерий Петросян, эксперт ООН по химической безопасности, ректор Открытого экологического университета МГУ:

— Про слово «мусор» мы вообще должны забыть, оно может фигурировать только в сочетании с дворником и его метлой. Отходы нашей жизнедеятельности — это сырье, будущий товар. Их нужно перерабатывать во вторичное сырье, в продукт, который будут продавать.

«ОТХОДЫ», А НЕ «МУСОР»

Для начала населению предложено собирать отходы в два контейнера — один для сухих и чистых, второй — для влажных. Если изначально не сортировать на эти два вида, то процент извлечения полезных фракций на сортировочной станции составит около 8–10%. Все остальное, что могло бы быть переработано, испорчено остатками пищи, водой, грязью и плесенью. Раздельно собранные отходы могут дать более 30% полезной выборки. Правительство Московской области сообщает, что с 2009 года, когда пилотный проект по раздельному



70 млн т
ТКО производится
в России в год.
Из них 11 млн тонн —
в Москве и МО.

сбору начал свою работу в Мытищах, удалось добиться 10–15% переработки.

Авангардный в плане переработки клуб стран, к которым относятся Австрия, Бельгия, Германия, Нидерланды, Швейцария, Швеция и Япония, собирает отходы в не менее, чем пять контейнеров. У них только 4% ТКО идет на захоронение, а 96% — на переработку во вторичное сырье и в электроэнергию. У нас в стране пока обратное соотношение — 96% на захоронение и 4% на переработку. Согласно нацпроекту «Экология», к 2024 году на переработку в России должно отправляться минимум 36%.

Раздельно собранные отходы будут сначала вывозиться в центры досортировки. Переработчики бумаги и картона — это одни предприятия, стеклобой и стеклянная посуда — это стеклоплавильные предприятия, металлический лом не промышленный, а домашний — это третья группа предприятий и четвертая — предприятия по переработке пластика.

ПЛАСТИК

Главная проблема пластиков в том, что в большинстве своем они являются бионеразлагаемыми полимерными веществами, которые при накоплении в природе вызывают значительное количество проблем. Прежде всего страдают обитатели водной биоты, как крупной, так и мелкой. В процессе фотодеградации пластиковые материалы преобразуются в микропластики, и это только усиливает проблему. Микропластики проходят через фильтры очистных сооружений и попадают в питьевую воду и продукты питания человека. Они могут быть небезобидны. Наряду с нетоксичными полиэтиленом и полипропиленом в водную среду поступают и опасные: поливинилхлорид, полистирол — полимеры, сделанные из токсичных мономеров, которые отрицательно воздействуют на печень и почки. Кроме этого, к микропластикам прилипают и с ними путешествуют высокотоксичные вещества, например, пестициды, диоксины и фураны.

«Высокотоксичные вещества передаются по трофическим уровням от одного организма к другому, постепенно накапливаясь в биомассе. Поэтому просто так захоронить их в экосистеме в качестве свалки нельзя, — объясняет Павел Бондаренко. — Идеи циркулярной экономики, сформулированные еще в прошлом веке, предлагают разделить те вещества, которые мы используем, и обособить циклы промышленного использования веществ от природных круговоротов. Основные принципы экономики замкнутого цикла основаны на возобновлении ресурсов, перера-

ботке вторичного сырья, переходе от ископаемого топлива к использованию возобновляемых источников энергии. Первый шаг — это избавление от твердых отходов. Переработка или сжигание с улавливанием примесных оксидов, которые образуются в процессе».

МНОГО РАЗНОГО

Пластики изобрели в первой половине XX века. Исторически сложилось полимерное разнообразие. Сегодня в быту мы используем по крайней мере десять видов. Это одни из самых коварных видов отходов. Если перерабатывать все вместе, мало что потом можно из этого сделать, потому что они обладают разными механическими и термическими свойствами. Экономически рентабельнее каждый вид перерабатывать индивидуально. Сегодня объем производимого пластика приближается к 400 млн тонн в год и постоянно растет. Требуются новые научные подходы для того, чтобы научиться разделять смеси пластиковых отходов.

В Новосибирске, в Институте теплофизики им. С. С. Кутателадзе СО РАН разрабатывается наша российская система автоматической сортировки ТКО на основе искусственных нейронных сетей и роботов. Тестировать ее планируют на полигоне ТКО Академгородка в 2022 году.

КСТАТИ

В Берлине под Потсдамской площадью есть гигантский центр разделения пластиков. В большом зале стоит широченный конвейер, на котором вповалку лежат все пластиковые отходы. По обе стороны конвейера стоят инфракрасные сканеры, которые сканируют всю пластиковую массу и различают виды пластика от единицы до семи.

Легче всего отсортировать бутылки из-под минеральной воды, пива — пластик с маркировкой ПЭТ (1 или PET, PETE). Завод для их переработки уже строится в Подмосковье. Все остальное: поликарбонаты, поликарбоксилаты, поливинилхлорид, полистирол, лактиды, АБС-пластик, полиамидное волокно: нейлон, капрон — пока не дифференцируется и поэтому идет на термическую переработку в тепловую и электрическую энергию.

(НЕ) СЖИГАТЬ

Результатом работы мусоросжигательных заводов старой конструкции являлись значительные выбросы продуктов горения в атмосферу. Двенадцать лет назад консорциум Hitachi Zosen Inova предложил новые заводы по переработке плохо разделяемых отходов в энергию. Чем они отличаются? Во-первых, в них на →

**ПРЯМАЯ РЕЧЬ**

Павел Бондаренко, доцент департамента химии МФТИ:

— Переработка пластика — это большой шаг вперед с точки зрения как безопасности человека, так и безопасности экосистемы. Но это только первый шаг, который нужно сделать. В настоящее время мы должны не то чтобы исключить воздействие на природные экосистемы, а следить за тем, чтобы оно не приводило к их деградации. И новые концепции устойчивого развития, циркулярной экономики — это все про уменьшение антропогенного влияния. Оно не должно приводить к разрушению экосистем.

плазменной газификации. В этих разработках ставится та же задача — потреблять отходы и производить энергию.

Пиролиз — термическое разложение без доступа воздуха — проводится при более низких температурах, чем сжигание. При этом полученные смеси горючих газов, как правило, направляют назад в реактор. С использованием этой технологии предполагается создавать микроэнергетические комплексы.

Плазменная газификация подразумевает температуру выше, чем сжигание и пиролиз, — в несколько тысяч градусов Цельсия. Конкретные значения отличаются для разных видов сырья, но не бывают ниже 1 800 °С. На выходе образуются синтез-газ (смесь монооксида углерода и водорода) и неперерабатываемый стекловидный шлак. Синтез-газ можно применять как топливо, использовать для производства электричества или искусственных углеводородов.

В то время как для России термоперерабатывающие заводы будут большим шагом вперед, в Европе уже начинают говорить о том, что наличие подобной технологии поощряет производство отходов, люди перестают думать о ценности материалов вокруг них, считая, что все отслужившее можно просто сжечь. **ЭН**

→ так называемых колосниковых решетках температура термической обработки достигает ранее невиданных 1260°C, что позволяет превращать образующиеся в начале процесса обработки отходов (уже при 800–850°C) токсичные полиядерные ароматические углеводороды в диоксид углерода и воду, а образующиеся диоксины и фураны при 1260°C — в диоксид углерода, воду и хлористый водород. Во-вторых, у них на выходе из камер термообработки стоят мощные многоступенчатые фильтрующие системы с активированным углем для поглощения следовых количеств органических веществ и микрокристаллическим гидроксидом кальция для поглощения хлористого водорода. Все крупнейшие «миллионники» и столицы мира имеют сейчас в черте города такие заводы.

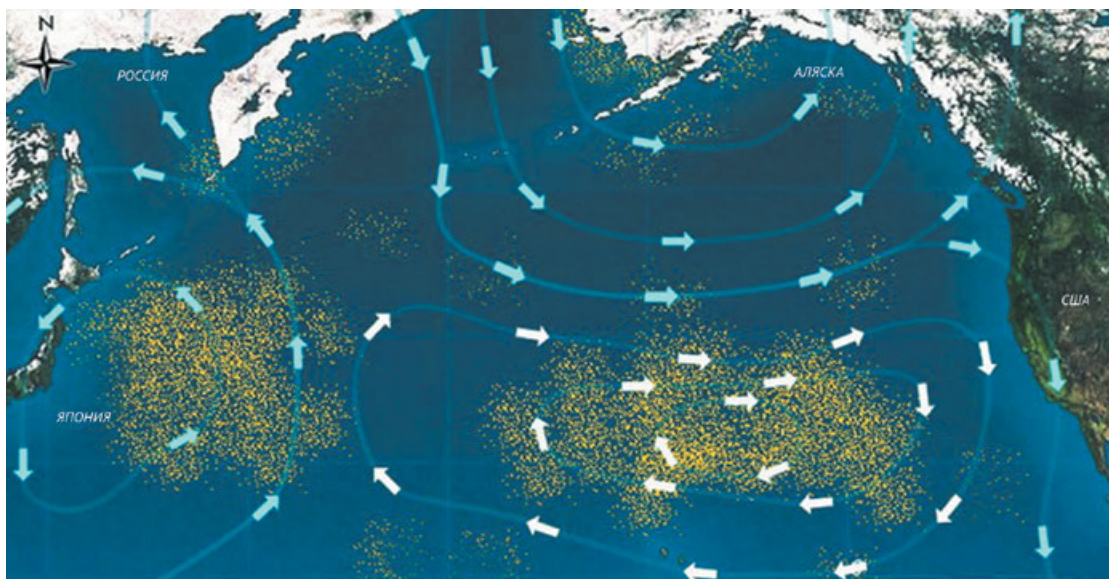
При том, что за основу в России выбрана технология Hitachi, компания «РТ-Инвест» совместно с ЗиО-Подольск разработала принципиально новую камеру термической обработки, а вместе с Уральским турбинным заводом создала новую турбину для превращения тепловой энергии в электрическую.



9,1 млрд т

Произведено с 1950 года, их них примерно 7 млрд т больше не используется

Российские ученые разрабатывают и другие способы переработки отходов. Согласно материалу, собранному порталом «Индикатор», сейчас в работе не меньше шести проектов по технологиям переработки. В частности, разрабатываются технологии пиролиза и



Водоворот Северо-Тихоокеанской системы течений сформировал сразу два мусорных острова.
Источник: Eastern Garbage Patch, www.youtube.com/watch?v=kfsYQhiWrdU

ВИДЫ ПЛАСТИКА

МАРКИРОВКА

ПРИМЕРЫ

ОСОБЕННОСТИ



PP / PET / PETE
/ ПП / ПЭТ /
ПЭТФ
Полиэтилен
терефталат
(C₁₀H₈O₄)_n

Бутылки для воды, напитков
и соусов, косметики,
одежда, обувь, детали
для автомобилей



- Низкие барьерные свойства
- Не рекомендуется нагревать выше 60 °C
- Нельзя использовать повторно — выделяет фталаты
- При наличии дополнительного значка можно разогревать в микроволновке и духовке
- Высокий потенциал переработки



HDPE / PE-HD /
ПЭВП / ПНД
Полиэтилен
высокой
плотности
(низкого
давления)
(C₂H₄)_n

Бутылки для косметики и моющих
средств, пластиковые пакеты, игрушки,
канцелярия,
дренажные
трубы, мебель



- Высокая стойкость к химическому воздействию
- Допускается нагрев до 90 °C
- Пригоден для пищевого использования
- Может выделять формальдегид
- Хороший потенциал переработки



V / RVC / ПВХ
Поливинил-
хлорид
(C₂H₃Cl)_n

Оконные рамы, трубы, плитка,
стенные панели, покрытия
для полов, бутылки
и контейнеры
для продуктов,
пищевые пленки,
игрушки



- Противопоказан для пищевого использования
- При контакте с горячим и жирным выделяет винилхлорид и фталаты
- При горении выделяет яды — диоксины
- Не перерабатывается



LDPE / PE-LD /
ПВД / ПЭНП
Полиэтилен
низкой
плотности
(C₂H₄)_n

Пакеты, бутылки для моющих средств,
пленки, конверты,
ведра, трубы,
черепица

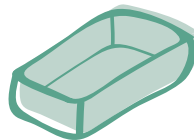


- Высокая прочность и стойкость к химическому воздействию
- Безопасен в контакте с пищей
- Нельзя нагревать и складывать горячую пищу
- Может выделять формальдегид
- Хороший потенциал переработки



PP / ПП
Полипропилен
(C₃H₆)_n

Контейнеры для еды, многоразовая
посуда, шприцы, зубные щетки,
расчески, вешалки,
игрушки



- Высокая прочность и стойкость к химическому воздействию
- Можно разогревать в микроволновой печи
- Можно замораживать
- Может выделять формальдегид
- Хороший потенциал переработки



PS / EPS / ПС
Полистирол
(C₈H₈)_n

Одноразовая посуда, лотки для мяса и
яиц, цветочные
горшки, чемоданы,
игрушки, коробки
для CD



- Одноразовое использование с холодной пищей
- Нельзя нагревать и складывать горячую пищу
- Может выделять стирол в алкогольные и горячие напитки
- Нестойкий к химическому воздействию
- Опасен при горении
- Ограниченный потенциал переработки



O / OTHER /
ABS
Прочие виды

Бутылки для кулера, детские бутылочки,
игрушки, бытовые приборы, инструмен-
ты, мобильные телефоны

- Поликарбонат может выделять бисфенол А
- Не подлежит переработке

ДЕЛО НЕЧИСТО

 Вячеслав Мещеринов

Сегодня в России перерабатывается только 5% всех отходов, тогда как остальные 95% отправляются на полигоны. Суммарная площадь 23 подмосковных полигонов сегодня перевалила за 600 Га, то есть более 850 футбольных полей стандарта FIFA. Здесь находится 20% мусора всей страны. Всего же Россия производит около 70 млн тонн отходов в год. Что с ними делать, зря ли люди по всей стране пытаются отстоять свое право на чистый воздух и как не выкинуть в мусорное ведро свою чистую совесть, разбираемся в нашем материале.

Сегодня в России перерабатывается только 5% всех отходов, тогда как остальные 95% отправляются на полигоны. Суммарная площадь 23 подмосковных полигонов сегодня перевалила за 600 Га, то есть более 850 футбольных полей стандарта FIFA. Здесь находится 20% мусора всей страны. Всего же Россия производит около 70 млн тонн отходов в год. Что с ними делать, зря ли люди по всей стране пытаются отстоять свое право на чистый воздух и как не выкинуть в мусорное ведро свою чистую совесть, разбираемся в нашем материале.

Сегодня в России перерабатывается только 5% всех отходов, тогда как остальные 95% отправляются на полигоны. Суммарная площадь 23 подмосковных полигонов сегодня перевалила за 600 Га, то есть более 850 футбольных полей стандарта FIFA. Здесь находится 20% мусора всей страны. Всего же Россия производит около 70 млн тонн отходов в год. Что с ними делать, зря ли люди по всей стране пытаются отстоять свое право на чистый воздух и как не выкинуть в мусорное ведро свою чистую совесть, разбираемся в нашем материале.

A large, bold, black number 5 is centered on a light gray background. The number has a thick, blocky appearance with a slight shadow effect on its right side.

ольшую часть советского периода у нас было недопотребление: одни трусы в одни руки, колбасные поезда и прочие нюансы жизни. Однако в нашем советском прошлом не было такого количества одноразовых упаковок, полиэтиленовых пакетов и очередей за новыми айфонами. Но плановая экономика ушла в Лету, за ней ушли пустые полки, а общество шагнуло в эру потребления. Это постепенно привело к невероятному разрастанию мусорных полигонов, а недавно — и к полноценному мусорному кризису в России.

В развитых странах большая часть отходов сначала идет на сортировку. Много уходит на вторичную переработку. Органика — на компостирование.

И только то, что остается в конце, отправляется на сжигание. Но все равно во время сжигания появятся токсичные вещества: диоксины (токсины, которые не имеют запаха и вкуса, но обладают канцерогенным эффектом), летучая и нелетучая зола. Нелетучую золу надо захоранивать, потому что она токсична. А летучая вылетает сквозь фильтры и отравляет воздух вокруг, повышая у живущих поблизости людей риск различных

заболеваний дыхательных путей и рака.

Заводы по переработке есть и в России, и их число уже перевалило за две тысячи, однако в большинстве своем они не полностью загружены. Это связано с проблемами сортировки отходов и отделением вторсырья на первичных этапах, когда полезные фракции можно вовсе не смешивать с пищевыми остатками.

показывает, что при качественной комплексной системе обращения с отходами 50% идет на переработку и компостирование, 50% остается. Вот эти оставшиеся 50% хвостов поедут к нам на мусоросжигательные заводы, где сгорят в котле при температуре 1 260 градусов, при такой температуре сгорает все. На выходе — зеленая электроэнергия. Четыре наших завода в

меститель директора Института географии РАН профессор Аркадий Тишков, сравнивая потенциальный вред от мусорных полигонов и непосредственно таких заводов.

Впрочем, если рассмотреть принцип работы мусоросжигательного завода, становится понятно, что его опасность заключается преимущественно в качестве работы системы очистки. К этим системам

*Из чего состоит
Московский мусор.
Источник:
www.kommersant.ru*



22%
пищевые
отходы
(разлагается
до месяца)



17%
бумага
и картон
(разлагается
до года)



16%
стекло
(> 1 000 лет)



13%
пластик
(180–200 лет)



10%
листья
и ветки
(3–4 месяца)



3%
строительный
мусор
(до 100 лет)

ГОРИ, ГОРИ ЯСНО!

На сегодня в мире построено более 1 500 мусоросжигательных заводов. Одной из крупных компаний на этом рынке является швейцарско-японская Hitachi Zosen Inova, которая запустила более 500 предприятий по всему миру и сейчас строит заводы в России: четыре в Подмоскowie и один в Татарстане. Первый завод в области должен быть запущен в 2021 году. С российской стороны проектом занимается дочерняя структура Ростеха, компания «РТ-Инвест».

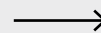
В интервью газете «Ведомости» в октябре 2018 года гендиректор «РТ-Инвеста» Андрей Шипелов говорил: «Статистика

Подмоскowie смогут сжигать 2,8 млн тонн хвостов. Судьба этих хвостов — или захоронение на полигонах, или переработка в электроэнергию. Самый экологически чистый процесс — это извлечение энергии путем сжигания отходов при высоких температурах. Даже дымовые газы проходят множество стадий очистки. Это реактор, который окисляет то, что образуется после сжигания, потом работает система трехстадийной фильтрации, то есть на выходе чистый пар остается».

Идею экологичности мусоросжигательных заводов поддержал в своем интервью Федеральному агентству новостей и за-

есть вопросы, поэтому и зеленость такой энергии не слишком очевидна. По словам исследователей Института экологии Высшей школы экономики, мусоросжигательные заводы, которые планируется строить в Московской области, используют «устаревшую трехступенчатую очистку», в то время как в других странах этапов удаления опасных примесей намного больше.

Выбросы мусоросжигательных заводов должны иметь ограничения. При постройке завода должна быть сделана предварительная оценка влияния на окружающую среду. Например, по московскому заводу №3 на улице Подольских курсантов нет



→ непрерывного мониторинга выбросов, но во время изучения проб воздуха и грунта в 2014 году активистами были зафиксированы выбросы диоксинов и тяжелых металлов. Около мусоросжигательного завода №4 активисты из движения «Стоп выброс!» организовали независимую экспертизу почв. Там обнаружилось огромное превышение допустимых уровней вредных веществ.

«Люди до сих пор занимаются сельским хозяйством в радиусе нескольких километров вокруг этого завода, но делать этого там уже нельзя. Подобные исследования были и в Испании, и в Нидерландах, где существует давняя традиция сжигания мусора. Но оказалось, что абсолютно безопасно

для здоровья населения сжигать мусор не получается. Проблема заключается в том, что диоксины образуются даже при наличии многоступенчатых фильтров и системы досжигания дымовых газов», — утверждает Анна Павлюк, волонтер движения «Раздельный сбор», эоактивист.

Вся тема мусора традиционно очень коррумпирована. Людям, которые владеют мусоросжигательными заводами, невыгодно заниматься переработ-

кой отходов, если можно сжигать миллионы тонн мусора и не иметь проблем с законом. А людям, владеющим мусорными полигонами, невыгодна конкуренция с мусоросжигательными заводами. Зато компаниям, которые занимаются коммерческой переработкой или сбором отходов, с недавних пор нужно получать специальную лицензию. И большая часть организаций, которые занимались коммерческой переработкой, закрылась в последние годы.

КСТАТИ

До января 2018 года многие европейские страны отправляли весомую часть своих отходов в Китай. Теперь же эта страна готова принимать только чистое вторсырье, которое легко переработать. Такие перемены привели к довольно серьезному кризису в Европе. Так, в Великобритании, откуда ежегодно в Китай отправлялось более 500 тысяч тонн отходов, назрела большая проблема с пластиком. Существующих перерабатывающих мощностей не хватает, а мусоросжигательные заводы есть не по всей стране. Да и рост объемов сжигаемых отходов может привести к волне протестов. Правительством страны планируется введение налогов на пластиковые упаковки, зависящих от сложности переработки конкретного вида материала.



Должно быть мусоросжигательный завод в Роскилле (Дания).
Источник: rusevik.ru



ПРЯМАЯ РЕЧЬ

Александра Луферова, экоспикер, волонтер движения «Раздельный сбор», экоактивист:

— Это печально и определяет то, что у нас все очень медленно развивается силами общества и волонтеров, как в случае «Собира-тора» (благотворительный проект, который 7 месяцев бесплатно собирал у людей отходы, свозил на склад и отправлял переработчикам), или даже не развивается вовсе. Законодательство в целом, к сожалению, не поощряет переработку. Полигон «Шиес», который пока заморожен усилиями активистов в Архангельске, намекает на то, что полигоны и сжигание пока приоритетнее, чем переработка. Хотя переработка — это действительно самый здоровый, самый экологичный вариант. Но для этого нужно потратиться и построить заводы по переработке. Организовать инфраструктуру. Потому что мало поставить контейнеры для раздельного сбора, нужно еще заняться логистикой, обучить персонал. В текущей ситуации заниматься переработкой получается накладно. Например, «Раз-дельный сбор» постоянно уходит в минус, потому что много сырья, которое вообще невыгодно перерабатывать, например, пластик 5 и 6 категории, тетрапак.

КАК У НИХ?

В Дании довольно высокий процент переработки вторсырья. Однако они считают переработанным вторсырьем, вывезенное в Германию на сжигание. В Швеции же не могут повысить процент рециклинга в структуре обращения с отходами из-за того, что вынуждены часть отходов отправлять на уже существующие 32 мусоросжигательных завода. Шведам даже приходится завозить отходы из соседних стран. Деваться некуда: заводы построены, и договоры составлены таким образом, что если их закроют раньше времени, придется платить огромные штрафы. К тому же шведы в некоторых местах привязали к этим заводам городскую инфраструктуру, поскольку заводы генерируют электроэнергию и тепло.

«Делегация наших активистов ездила в Швейцарию смотреть самые передовые мусоросжигательные заводы — и оказалось, что те заводы, которые хотят строить у нас, менее передовые: заложено меньше ступеней очистки. Очистные сооружения — это самая дорогая часть завода. И если смотреть те объемы, которые у нас планируется сжигать, то окажется, что по выбросам диоксинов один завод будет сопоставим со всеми аналогичными заводами Германии вместе взятыми», — рассказывает Анна Павлюк.

ЧТО ДЕЛАТЬ?

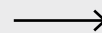
Лучше всего в вопросе обращения с отходами работает совокупность технологий начиная от предотвращения их образования. Затем — повторное использование, и только потом — рециклинг. Рециклинг не всегда возможен, поскольку есть материалы, которые невозможно перерабатывать бесконечно. Стекло можно, а пластики при каждом цикле переработки деградируют, и рано или поздно необходимо будет их переработать в какой-то строительный материал.

В идеале нужно все 100% отходов перерабатывать, то есть не создавать непригодных для переработки материалов, отправлять всю органику, которой около 40% на наших свалках, на компостирование. Всю пищу, которую можно сберечь, сберегать. Это важно, потому что в нашем обществе огромное перепотребление. Кафе и магазины постоянно выкидывают еще подходящую для употребления пищу. Движение фудшеринга пытается как-то наладить эти процессы, но до успеха еще далеко, поскольку отечественное законодательство в этой области очень плохо написано. Некоторые магазины и кафе в России уже сотрудничают с фудшерингом: там постоянно раздают еду нуждающимся. Это движение растет. Но крупным сетям проще утилизировать просроченный провиант. Бизнес опасается, что забранную

у него еду начнут перепродавать.

При наличии политической воли можно было бы значительно снизить количество отходов. Неперерабатываемые сегодня отходы нужно все равно разделять и хранить до тех пор, пока не появятся технологии их переработки. Прогресс не стоит на месте. И даже то, что недавно считалось непригодным для переработки, сейчас начали перерабатывать — например, обувь.

Должна быть введена расширенная ответственность производителя: за производимые им упаковки, за те материалы, которые используют в упаковке. Введение обратной тары тоже может помочь: покупателям должно быть выгодно сдавать бутылки, банки и прочее.



НАЧИНАТЬ С СЕБЯ

В массе своей человек станет отдельно собирать у себя дома мусор только в том случае, если у него во дворе будет стоять несколько баков. И в этом вопросе большое зло представляют собой мусоропроводы, установленные во всех многоквартирных домах, построенных по советским ГОСТам. Возможность не доносить мусор до улицы демотивирует людей заниматься сортировкой своих отходов. К тому же системы мусоропроводов весьма негативно сказываются на санитарном состоянии дома. Хочется верить, что в обозримом будущем эти системы будут забетонированы везде, где еще сохранились.

Любой человек может начать осознанно относиться к тем отходам, что он создает. Каждый из нас производит примерно 400 килограмм отходов в год. Где-то 40% из них — это пищевые отходы, а все

остальное — это упаковка, то есть пластик, картон, стекло, металл. И в силах каждого начать сортировать с чего-то простого: допустим, складывать отдельно бумагу, чтобы она не загрязнялась и не мокла. Не выкидывать в общий контейнер батарейки и ртутные лампочки, которые относятся к токсичным отходам. Ходить в кофейню со своей термocupкой (за это могут и скидку дать) и не брать соломинку. Пользоваться матерчатыми многоразовыми сумками для похода за продуктами.

«Мы рекомендуем органические отходы — остатки пищи и тому подобное — отправлять в измельчитель. И отходов станет сразу в два раза меньше. Это первый шаг к раздельному сбору — сделать так, чтобы обращаться с мусором было чуть-чуть попрятнее. Если он хотя бы не будет вонять, это уже будет набор каких-то полезных фракций

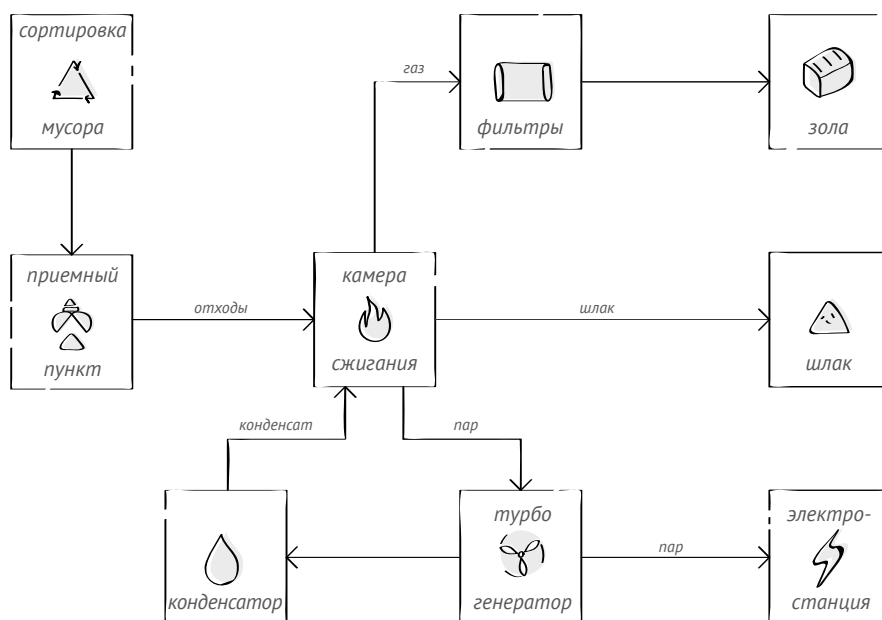
для переработки. Почему это возможно в Москве? Потому что у нас на Люберецких и Курьяновских очистных сооружениях есть биогазовые установки. И там вода, загрязненная органикой, проходит разные стадии очистки, в том

КСТАТИ

В Великобритании общество добилось того, что компания PepsiCo обязалась к 2025 году перейти на полностью перерабатываемую упаковку. И уже существует Альянс транснациональных корпораций, которые взяли на себя аналогичное обязательство.

числе очистку активным илом. Масса бактерий, которые этот активный ил образуют, из-за поглощения веществ, растворенных в воде, постоянно увеличивается. Поэтому этот ил сбрасывают на биогазовых установках. Многие об этом даже не догадываются, а в Москве уже используются новые технологии», — напоминает Анна Павлюк. **ЗН**

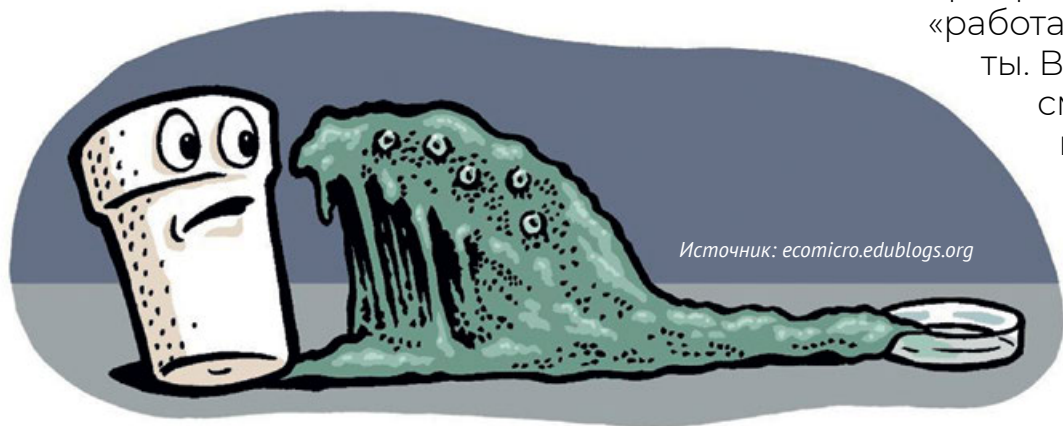
Принцип работы мусоросжигательного завода. Источник: w2e.ru.png



БАКТЕРИИ В БОРЬБЕ с экологическим кризисом

Пока люди продолжают покупать одноразовые пакеты, а промышленники оценивают экономические затраты на внедрение более экологичных технологий, микроорганизмы уже вовсю

«работают» на благо планеты. В этой статье мы рассмотрим несколько примеров того, как ученые подключают бактерии к решению проблем загрязнения окружающей среды.



Источник: ecomicro.edublogs.org

✍ Анастасия Пермякова

АРОМАТИЧЕСКИЕ КОЛЬЦА НА ЗАВТРАК

Некоторые бактерии обладают механизмами, позволяющими им использовать в качестве источника энергии молекулы, токсичные для многих других живых организмов. Примером таковых являются канцерогенные полиароматические углеводороды (ПАУ), попадающие в окружающую среду в основном за счет термических процессов сжигания и переработки органического сырья (нефтепродуктов, угля, древесины, мусора). У разных бактерий — свои гастрономические предпочтения, которые исследователи учитывают, подбирая прокариотических гурманов в соответствии с типом загрязнения.

В 1995 году канадские ученые сравнили эффективность «совместной трапезы» бактериальных культур *Pseudomonas putida*, *Flavobacterium* sp. и *Pseudomonas aeruginosa* с индивидуальной. Для разрушения фенантрена подошли оба способа, а в случае антрацена результативными оказались лишь объединенные усилия штаммов. При нефтяных разливах для деградации сложной смеси углеводородов чаще всего используют биопрепарат, содержащий сразу несколько культур. Помимо этого, улучшить эффективность бактерий можно генетической адаптацией или иммобилизацией в пористую оболочку, помогающую микроорганизму сохранять активность в более агрессивных условиях.

ПОЛИМЕРЫ НА ОБЕД

Некоторые микроорганизмы могут трансформировать высокомолекулярные соединения. Первые исследования в этой области появились в 80-х годах прошлого века, и с тех пор было обнаружено немало бактерий, разрушающих полиэтилен, поливинилхлорид и другие полимеры. Одним из важнейших событий на пути к переработке пластика стало открытие в 2016 году штамма *Ideonella sakaiensis* 201-F6, способного разлагать широко распространенный полиэтилентерефталат (ПЭТ). Результаты работы японских ученых были опубликованы в *Science*. В 2018 году британские исследователи получили пространственную структуру фермента, с помощью которого бактерия *Ideonella sakaiensis* трансформирует ПЭТ, и модифицировали фермент для

ускорения биodeградации, которая теперь занимает всего несколько дней.

МЕТАЛЛЫ НА УЖИН

В конце прошлого века советские ученые Николай Перцов, Фёдор Овчаренко и Зоя Ульберг обнаружили явление избирательной гетерокоагуляции, в процессе которой минеральные коллоидные частицы концентрируются и укрупняются на поверхности микроорганизмов, что приводит к совместному осаждению. В СССР этому проекту был присвоен статус открытия. В частности, было установлено, что некоторые штаммы *Bacillus* и *Aficrococcus* накапливают до 30% золота по отношению к сухому весу клетки. Это послужило толчком на пути к созданию экологически чистых технологий обогащения и извлечения металлов. В настоящее время российская компания «Полус» применяет на практике подобные разработки. Кроме того, уникальные свойства микроорганизмов аккумулировать различные тяжелые металлы могут быть использованы для очистки вод и почв. **31**

МИФЫ О ЗЕЛЕННОЙ ЭНЕРГЕТИКЕ

✍ Анастасия Митько

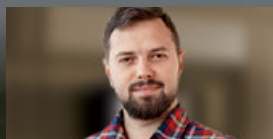
Причиной глобального потепления называют антропогенную эмиссию углекислого газа в результате сжигания ископаемого топлива. Попытки сократить выбросы — отапливать дом не углем, а с помощью электричества, переводить транспорт с двигателей внутреннего сгорания на электрические — это лишь полумеры, поскольку электропитание обеспечивают тепловые электростанции, работающие на угле или мазуте. Решением может быть переход на возобновляемые источники энергии (ВИЭ). В этом материале мы постараемся переубедить скептиков, считающих, что «это все не работает, а если и работает, то не в наших условиях».



Российская компания «Хевел»,
работает в отрасли солнечной энергетики.
Построила первый в России завод полного цикла
по производству солнечных модулей и первую
солнечную электростанцию промышленного
масштаба



Владимир Негримовский,
заведующий лабораторией водородной
энергетики в Институте арктических
технологий МФТИ



Дмитрий Семененко,
заведующий лабораторией накопителей
энергии в Институте арктических техно-
логий МФТИ

В НАЧАЛЕ БЫЛ БАЛАНС

Всю энергию, которой издавна пользовалось человечество, можно отнести к категории «зеленой», то есть такой, при получении которой не нарушается экологический баланс планеты. И хотя печи топили древесиной, а в атмосферу при этом выделялся углекислый газ, однако на месте вырубок постепенно вырастали новые леса, которые потребляли тот же объем CO₂. Тем самым поддерживался углекислотный баланс на планете.

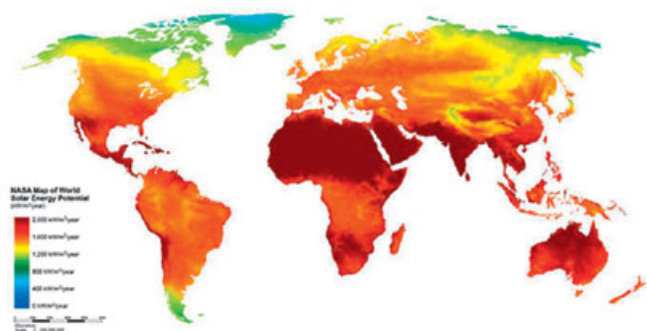
Другими источниками энергии служили физическая сила людей и животных, энергия воды и ветра (водяные и ветровые мельницы), где углерод и вовсе непосредственно не участвовал. Но с ростом научно-технического прогресса, нуждаясь во все большем количестве энергии, человечество стало использовать ископаемые углеродсодержащие виды топлива — уголь, нефть и природный газ, при сжигании которых освобождается законсервированный древними организмами CO₂, и его концентрация в атмосфере стала резко расти.

Шло время, на смену паровым котлам пришли двигатели внутреннего сгорания, планета покрылась сетью линий электропередач, электричество для которых вырабатывали в основном ТЭС. Однако источником энергии оставалось сжигаемое во все нарастающих количествах ископаемое топливо. Энергетика развивалась в направлении совершенствования двигателей, повышения их эффективности и снижения тем самым количества выбросов, но принцип — сжечь топливо, чтобы получить энергию — оставался неизменным. В костяк так называемой традиционной энергетики вошли также и не использующие углерод гидро- и атомные электростанции, однако их вклад в общее количество производимой энергии значительно уступал и по-прежнему уступает «грязным» технологиям.

В целом, когда экологи говорят о «зелености», учитывают не только углеродный след технологий (то есть сопровождающие технологию выбросы углекислого газа), но и общее влияние на природу. Так, традиционные гидро-

электростанции атмосферу не загрязняют, но приводят к затоплению больших территорий, мешают нересту рыб и в целом нарушают привычные взаимоотношения в экосистеме. Ядерные электростанции также не производят CO₂, однако их зеленую репутацию портят техногенные катастрофы (которые хотя и происходят редко, зато имеют глобальные последствия) и необходимость переработки и хранения ядерных отходов.

С нарастанием проблем, связанных с глобальным потеплением, с начала 80-х годов прошлого века большинство развитых стран мира включились в развитие технологий получения энергии, основывающихся на ВИЭ: огромные правительственные средства стали направляться на научные изыскания и субсидирование создания так называемой альтернативной энергетики. Само собой разумеется, у этого глобального тренда имеются оппоненты и скептики, оперирующие недостаточно обоснованными аргументами. Ниже мы поговорим о наиболее распространенных мифах, касающихся зеленой (или альтернативной) энергетики.



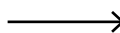
Карта ресурсов солнечной энергии в мире, кВт/м² в год

МИФ: ДЛЯ БОЛЬШЕЙ ЧАСТИ РОССИИ СОЛНЕЧНЫЕ МОДУЛИ НЕ ПОДХОДЯТ — СЛИШКОМ МАЛО СОЛНЦА

Компания «Хевел»: Как раз наоборот: 2/3 территории России — это Сибирь и Дальний Восток, где достаточно высокая инсоляция на уровне 1300 кВт·ч/м² в год, сопоставимая с аналогичными показателями южных районов Японии, Испании и Италии. Кроме того, солнечная энергетика активно развивается на юге России: только в Южном федеральном округе мощность солнечных крышных установок превысила 20 МВт.

МИФ: ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ОБОРУДОВАНИЯ ЗЕЛЕННОЙ ЭНЕРГЕТИКИ ТРЕБУЕТСЯ МНОГО РЕСУРСОВ, В РЕЗУЛЬТАТЕ ПРИРОДЕ ПРИЧИНЯЕТСЯ УЩЕРБ ДАЖЕ БОЛЬШЕ, ЧЕМ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ТРАДИЦИОННЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

С развитием технологий появляются все новые и новые возможности. Например, с увеличением масштаба производимой зеленой энергии можно с ее помощью производить и оборудование для энергетики, тем самым сводя углеродный след технологии до нуля. Другое направление снижения углеродного следа — замена стальных конструкций. Сталь получают из оксидов железа; чтобы «убрать» из них кислород, используют коксующиеся угли, и при этом образуется CO₂. Замена конструкций, в том числе и в энергетическом оборудовании, современными композитными материалами (как это происходит в авиастроении, где корпус современного лайнера на 30–70 % может состоять из композитов, и в ветроэнергетике с лопастями ветряков) приведет к резкому снижению углеродного следа.



МИФ: АЛЬТЕРНАТИВНАЯ ЭНЕРГЕТИКА ДОРОГАЯ

Противники энергоперехода утверждают, что «зеленая» энергетика конкурентоспособна, лишь пока ее дотирует государство. Это не так. Технологии уже вышли на общий рынок, и стоимость «солнечного» или «ветряного» киловатт-часа зачастую меньше, чем у обычных тепловых электростанций, даже тех, что работают на самом дешевом топливе — угле.

Альтернативная энергетика — солнечные, ветряные, приливные, геотермальные и прочие электростанции — еще не так давно в сумме покрывала лишь пару процентов от общего потребления и воспринималась как дорогая игрушка.

Владимир Негримовский: Когда появлялись первые самолеты и автомобили, они тоже были игрушкой для богатых. С массовостью цены падают в разы, иногда на порядки. Например, технологии накопления в химических аккумуляторах за 10 лет подешевели чуть ли не в 3–4 раза. Стоимость солнечных панелей по сравнению с изначальной упала в десятки раз. Оппоненты, как правило, подсчитывают лишь стоимость выработанной электроэнергии, тогда как нужно учитывать стоимость всеобъемлющего влияния различных факторов воздействия технологии на жизнь общества. Яркий пример такого влияния, которое сложно оценить рублем: веками складывался и вошел в язык многих стран стереотип, мол, Британия — страна туманов и дождей, Туманный Альбион, и этот стереотип в полной мере распространялся на Лондон. Но как только во второй половине прошлого века в Лондоне запретили топить углем камины, он стал чистым, прозрачным городом. Улучшилось здоровье и качество жизни людей. Такую вторичную выгоду тоже нужно учитывать.

Компания «Хевел»: Окупаемость солнечных электростанций зависит от двух факторов: стоимости сетевого электричества и количества солнечных дней. Она может составлять от 5 до 10 лет. Это значит, что за этот период количество выработанной солнечной электроэнергии полностью окупит изначальные затраты на строительство такой станции. При среднем сроке работы солнечной установки 25–30 лет окупаемость и снижение расходов на электроэнергию очевидны. В случае, когда дом в принципе не подключен к электросетям, такие вложения окупаются сразу после ввода в эксплуатацию, потому что если дом расположен дальше 500 метров от ближайшей электросетевой инфраструктуры, подключение может затянуться на долгие годы и стоить больше 1 млн рублей.

МИФ: СОЛНЕЧНЫЕ ПАНЕЛИ НЕНАДЕЖНЫ, В ПЕРВЫЙ ЖЕ ГОД ИХ ПОВРЕДИТ ДОЖДЕМ/СНЕГОМ/ГРАДОМ

Компания «Хевел»: Все современные солнечные модули проходят обязательные испытания на устойчивость к механической нагрузке. Устойчивость модулей отличается от производителя к производителю, поэтому при выборе солнечных модулей нужно учитывать климатические особенности своего региона проживания. Кроме того, на прочность модуля влияет конструкция его рамки и креплений, а также само конструкторское решение их установки. Гетероструктурные модули «Хевел» проходят обязательную проверку на соответствие стандарту ИЕС (МЭК) 61730-2, в том числе испытания на стойкость к влажности и высоким температурам в климатической камере в течение 1 000 часов при 85 °C и 85 % относительной влажности, после чего проводится испытание на стойкость к статическим механическим нагрузкам, соответствующим снеговой нагрузке и давлению ветра: 3 цикла приложения нагрузки 5 400 и 2 400 Па по 1 часу на фронтальную и тыльную сторону. В климатической камере проводится 200 циклов термоциклирования при температуре от минус 40 до 85 °C для определения способности модулей противостоять факторам, вызванным повторяющимися изменениями температуры.





МИФ: ПОЛНОЙ НЕЗАВИСИМОСТИ ОТ ЭЛЕКТРОСЕТЕЙ ВСЕ РАВНО НЕ ДОБИТЬСЯ

Не будем забывать еще и о том, что в России много населенных пунктов находятся в удаленных и труднодоступных местах. И, несмотря на то, что мы обладаем значительными запасами ископаемых углеводородов, на месте их может не оказаться, или добыча будет связана с существенными сложностями. Здесь автономные солнечные и ветроэлектростанции особенно актуальны.

Дмитрий Семененко: В связи с тем, что правительством поставлена крупная национального масштаба задача — интенсификация и круглогодичное эксплуатирование Северного морского пути, — на протяжении тысяч километров российского северного побережья предстоит создать цепь пунктов связи, в первую очередь — для спутниковой навигации. У этих объектов значительное энергопотребление, которое нужно обеспечить в условиях автономной работы и за разумные средства. Решение этой задачи традиционным способом, с помощью дизель-генераторных установок и привозного топлива, было бы чрезвычайно дорогостоящим. Мы развиваем технологии, которые должны будут функционировать в условиях арктических температур и которые позволяют обеспечить объект запасенной энергией до 30 дней в случае отсутствия ветра или проведения ремонтных работ на ветрогенераторных установках.

Компания «Хевел»: Солнечная энергетика может решить одновременно несколько задач:

1. Повысить надежность электроснабжения и защитить от перепадов напряжения за счет инверторного оборудования с солнечными модулями.
2. Снизить потребление электроэнергии из сети.
3. Обеспечить полную автономию электроснабжения — в таком случае дополнительно устанавливаются аккумуляторы, которые накапливают электроэнергию в течение светлого времени суток и отдают ее, когда солнце уже зашло за горизонт.



→ **Владимир Негримовский:** Одной из основных проблем работающих от ВИЭ энергосистем, вызывающей у скептиков сомнения в возможности добиться их полной автономности, является периодически изменяющийся по интенсивности и продолжительности характер действия ветра и солнца. Эти изменения носят как очень кратковременный характер (например, секунды и десятки секунд для колебаний якобы постоянно действующего ветра), так и весьма продолжительный (дневные, сезонные колебания). Для компенсаций этих колебаний применяют накопители различной динамики. Литий-ионные накопители обладают высокой динамикой, и с их помощью можно «выровнять» краткие перепады в действии ВИЭ, однако для длительных периодов их использование было бы весьма дорогостоящим. В этих случаях целесообразно использовать другие типы накопителей. С этой целью мировая энергетика все внимательней присматривается к водороду: во-первых, его использование в качестве топлива безвредно с экологической точки зрения; во-вторых, используя давно известный электролиз воды, избытки электроэнергии в период активности ВИЭ легко превратить в водород и, таким образом, запасти энергию на длительный период пассивности ВИЭ. Кроме того, с неравномерностью выработки электроэнергии можно бороться с помощью неравномерности ее потребления, для чего потребители объединяются в локальные сети и обмениваются запасенной или локально же производимой энергией (технология microgrid). В результате зеленая технология дешевеет и становится более доступной.



МИФ: ВЕТРЯКИ ОПАСНЫ ДЛЯ ПТИЦ

Владимир Негримовский: Это самый нелепый из мифов об альтернативной энергетике. Исследования о влиянии ветрогенераторов на численность популяций и маршруты перемещений птиц ведутся последние 15–20 лет, их результаты широко опубликованы в открытых источниках, в том числе и в популярной форме. Результаты исследований говорят, что в среднем на одном ветряке погибает не больше 4 птиц в год, и суммарно это число намного меньше числа птиц, погибающих на высоковольтных линиях электропередач или от столкновений с транспортом. Более того, опасения орнитологов в отношении путей миграции птиц также оказались напрасными: птицы научаются менять маршруты своих миграций с целью облета крупных ветровых электростанций.

Скептики спросят, не приведут ли новые технологии к новым неизведанным проблемам. И тут мы с уверенностью скажем: конечно, приведут! До изобретения компьютеров люди не сталкивались с компьютерными вирусами; не было колесного транспорта — отсутствовал риск попасть под колеса. Но на каждый новый вызов ученые и инженеры находят ответ, порой абсолютно неожиданный, порождающий очередные вопросы, — и человечество шаг за шагом движется вперед! **ЭН**

✍ Елена Хавина

Система за ОКНОМ

Проблема изменений климата становится все актуальнее. Еще сравнительно недавно существовали разные точки зрения на причины и масштабы происходящего. Сейчас профессиональное научное сообщество придерживается общего мнения: глобальное потепление есть, дискуссия идет только о сравнительной роли разных механизмов и прогнозах. Это мы и обсудили с профессором, выпускником Физтеха, академиком РАН Игорем Моховым.



Игорь Иванович Мохов, выпускник ФМХФ МФТИ, академик РАН, участник подготовки докладов по изменению климата межправительственной группы экспертов по изменению климата, получившей в 2007 году Нобелевскую премию мира, научный руководитель Института физики атмосферы (ИФА) им. Обухова РАН, руководитель отдела исследований климатических процессов и лаборатории теории климата ИФА, профессор кафедры термодинамики океана МФТИ и заведующий кафедрой физики атмосферы МГУ.

КАК ФИЗТЕХ СТАЛ КЛИМАТОЛОГОМ

Я окончил факультет молекулярной и химической физики Физтеха. Его тематика очень широкая: там и биофизика, и физика плазмы. Меня всегда тянуло к пониманию естественных процессов, в частности, атмосферы и климата. Хотелось в этом разобраться с использованием физмат-методов. Поступил в аспирантуру в Институт физики атмосферы, под научное руководство Георгия Сергеевича Голицына. Тематика диссертации была связана с климатическими моделями, в том числе моделями термодинамического типа.

Были получены довольно интересные результаты, на которые ссылаются до сих пор. Я показал аналитически с использованием простой модели, что климат Земли близок к состоянию максимального производства энтропии в системе. Кроме того, получил условия устойчивости и чувствительности климата нашей планеты в зависимости от разных климатических обратных связей — положительных и отрицательных. Я искал, например, ответ на вопрос, при каком изменении приходящей солнечной радиации Земля может «свалиться» в состояние белого шарика, покрытого снежно-ледовым покровом. Оказалось, климат Земли более устойчив, чем ранее считалось, и тем более устойчив, чем больше облачный покров.

ПРО ГЛОБАЛЬНОЕ ПОТЕПЛЕНИЕ

Когда говорят о глобальном потеплении, обычно имеют в виду изменения у поверхности планеты и в тропосфере — в нижних 10–15 километрах. Выше — в стратосфере и мезосфере — наоборот идет выхолаживание. Это один из индикаторов того, что современные изменения климата связаны с антропогенным фактором.

Если говорить про изменения климата глобальные и у поверхности, казалось бы, они не-

большие — порядка градуса. На региональном уровне эти изменения существенны. В России теплеет в 2,5 раза быстрее, чем в целом на планете, а в отдельных северных регионах разница еще больше, в том числе и потому, что на севере существенна роль снежного покрова.

Недостаточно наблюдать за изменениями климата только у поверхности — важно понимать как на разных высотах меняется температурный режим. По этим изменениям можно оценивать роль различных механизмов: вулканической и солнечной активности, парниковых газов, антропогенного аэрозоля. В ИФА с конца 50-х годов проводились измерения светимости ночного неба, по которым восстанавливалась температура на уровне мезопазузы — около 90 км. Казалось бы, какое отношение к изменениям у поверхности — слишком высоко. Выяснилось, что в последние десятилетия там очень быстро падала температура, гораздо быстрее, чем росла у поверхности. Это важный индикатор механизмов происходящих изменений климата и роли изменений в атмосфере содержания парниковых газов.

ДВА ПОЛЮСА

Самые яркие изменения климата происходят в Арктике. Они наиболее заметны, поскольку проявляются, в том числе, в виде деградации ледяного покрова. В Антарктиде таяние льдов проявляется в меньшей степени. Это была одна из проблем до последних лет — «крест», или противонаправленная динамика, в изменениях площади морских льдов. В Северном Ледовитом океане наблюдалась быстрая деградация, а в это время у южного полюса морской лед не уменьшался в площади, а даже несколько рос.

В последние годы эта тенденция меняется. Площадь морского льда в Антарктике начала



Ледник Solheimajokull в Исландии в 2007 году слева и в 2015 году — справа. Фотографии Extreme Ice Survey. © James Balog

резко сокращаться — судя по всему, начинают оправдываться модельные прогнозы, в которых южная полярная область должна чувствительно реагировать на глобальные изменения климата. Ближайшие годы покажут, насколько значимы эти изменения.

ИЗМЕНЕНИЯ, ЗАМЕТНЫЕ ДЛЯ ЛЮДЕЙ

Средние изменения человеку трудно почувствовать — что такое для нас градус? Наиболее чувствительны мы к экстремальным явлениям, например, осадкам — ливням, затяжным дождям, многодневным снегопадам. Они наблюдаются из-за того, что при потеплении растет влагоемкость атмосферы.

Еще одно заметное проявление потепления климата — холодные зимы, которые наблюдаются в XXI веке. На первый взгляд, это противоречит идее глобального потепления, но на самом деле подтверждает ее. При увеличении содержания углекислого газа в атмосфере зимой над континентами усиливается эффект атмосферных блокирований, вызывающий засухи летом и морозы зимой, которые мы наблюдаем в последние годы.

МЕТАН И CO₂

Разные парниковые газы влияют на происходящее с разной силой. Одни — более долгоживущие, как углекислый газ со временем жизни порядка столетия, другие — более короткоживущие, как метан, у которого время жизни порядка десятилетия. При этом метан примерно в 20 раз более радиационно-активен в расчете на молекулу, чем CO₂.

Для России роль метана очень важна, потому что существенная часть территории страны покрыта вечной мерзлотой — своего рода хранилищем этого газа. Таяние вечной мерзлоты приводит к формированию болот, озер и деградации метангидратов. Это потенциальная дополнительная положительная обратная связь, которая способствует усилению чувствительности земной климатической системы ко внешним воздействиям. При этом Россия покрыта лесами, и это стабилизирующий фактор. Леса поглощают CO₂ из атмосферы и формируют кислород.

ПРЕДСКАЗЫВАЯ КЛИМАТ

Я начал заниматься климатом в 1975 году. Будучи в аспирантуре, прослушал два доклада известных ученых. В одном говорилось о предстоящем глобальном потеплении, в другом — о предстоящем глобальном похолодании. Больше сорока лет назад уже были количественные оценки потепления, которые в целом оправдываются. Мы сейчас живем в климате, кото-

рый тогда большинству казался нереальным. Это не всегда ощущается, но изменения довольно быстрые: за поколение существенно меняется климат, и возникают проблемы адаптации. Уже вы видите растительность, которая нехарактерна для наших регионов, непривычные виды насекомых, заметное обывателю таяние ледников.

Современные модели климата прогрессируют очень быстро. Они уже достаточно детальные. Еще сравнительно недавно для определения антропогенных воздействий на климат в моделях задавались сценарии изменения содержания





→ парниковых газов в атмосфере. Сейчас современные модели включают в себя естественный углеродный цикл, в том числе цикл метана, и для оценки климатических изменений задаются сценарии антропогенных эмиссий парниковых газов. Это уже не только климатические модели, а модели земной системы, с помощью которых уточняются оценки, сделанные десятилетия назад. При этом с каждой моделью могут быть выполнены десятки разных вычислительных прогонов при разных начальных и граничных условиях.

Климатический прогноз можно делать только вероятностный — стопроцентный невозможен из-за сложности системы и огромного числа факторов, которые необходимо учесть. Например, прогностические оценки состояния Каспийского моря связаны с квазициклическими климатическими процессами типа Эль-Ниньо, проявляющимися около Южной Америки в экваториальном Тихом океане. Казалось бы, далеко, но с явлениями Эль-Ниньо связаны сильнейшие межгодовые аномалии глобальной температуры у поверхности, и это сказывается не только в тропиках — Бразилии и Перу — но и в средних широтах — в России — и даже в Арктике.

«АННУШКА ПРОЛИЛА МАСЛО»

Сейчас и не только на уровне документов человечество совершает коллективные попытки приостановить глобальное потепление, в основном за счет сокращения эмиссий углекислого газа в атмосферу. При этом стоит отметить, что даже если мы сейчас прекратим все антропогенные эмиссии на планете, потепление продолжится, но медленнее. Это связано с инерционностью климатической системы — «Аннушка пролила масло». Можно, конечно, из атмосферы выкачивать парниковые газы...

Уменьшить эмиссии реально, хотя это стоит дорого. В Парижском соглашении зафиксировано решение ограничить потепление на уровне 2 °C, а желательно — 1,5 °C. Это существенно. Чем большее потепление мы допускаем, тем больше уменьшение биоразнообразия, таяние льда, деградация вечной мерзлоты. Тут есть и позитивные моменты, например, связанные с Северным морским путем, но я боюсь, что белые медведи с этим не согласятся, потому что для них деградация морских льдов в Арктике — совсем не позитивное изменение.

Мы уже сейчас теряем какие-то виды. Десять лет назад наша команда сделала оценку динамики антарктического ледового щита. Мы посчитали, что при потеплении на 1,6 °C таяние льдов в Антарктике начнет доминировать над нарастанием. Это точка невозврата, потому что основная масса льда — на юге. Если он растает, уровень моря поднимется на десятки метров. Представьте: при потеплении на 1,5 °C мы не достигли критического уровня, а 2 °C — уже превысили. Это показатель того, как чувствительны могут быть разные компоненты земной системы.

ПОСЛЕДСТВИЯ

Помимо потенциального затопления территорий, разрушения инфраструктуры в районах вечной мерзлоты и других последствий, потепление существенно сказывается на здоровье населения. Экстремальные погодноклиматические явления (засухи, наводнения, лесные пожары), изменения путей миграции животных, появление непривычных видов растений и насекомых приводят к изменению привычного режима, обострению заболеваний, росту распространенности аллергий. Аналогичные проблемы со здоровьем появляются и при ухудшении качества воздуха. Это не только климатические эффекты, но и экологические:

Если бы проблемы изменения климата не было, ее стоило бы придумать, чтобы стимулировать модернизацию экономики

загрязнение атмосферы, воды, пищи, снижение качества жизни. Будущее за «зелеными» технологиями.

Если бы проблемы изменения климата не было, ее следовало бы придумать, чтобы стимулировать модернизацию нашей экономики и сделать ее более эффективной и экологически чистой. Это я говорил еще во время обсуждения ратификации Россией Киотского протокола в середине 2000-х годов.

НАКОНЕЦ-ТО ОЧНУЛИСЬ

Полвека назад никто бы не понял про глобальное потепление. Когда я начал заниматься в 75-м году, разные точки зрения были. Сейчас не обсуждается, есть глобальное потепление или нет — обсуждаются причины этого потепления, в какой степени они антропогенные, в какой — естественные, и с какими процессами это связано. До последнего времени не было адекватного понимания, что у нас какие-то проблемы, потому что у нас много ресурсов и большие масштабы. Воды в России залейся, кто еще два десятка лет назад мог предположить, что мы будем бутилированную воду покупать? Нужно учиться разумно использовать воду. В России холодный климат, и наши дома в значительной степени отапливают атмосферу. Нужно переходить на более эффективные системы. Есть проблема свалок из-за отсталой системы работы с отходами. Они являются дополнительными источниками эмиссии метана. Надо с этим всем разбираться, а пока мы находимся в режиме активного потребления без адекватной оценки последствий.

В АТМОСФЕРЕ НЕТ ГРАНИЦ

Наряду с государственной, каждый человек должен понимать личную ответственность.



Обложка журнала TIME, посвященная странам, страдающим от затопления из-за изменения климата, июнь 2019 года.
© 2019 TIME USA, LLC. Photograph by Christopher Gregory for TIME

Как Маленький принц: «Прибери планету». Роль каждого мала, но важно создать условия для изменения общей психологии. Меня в 90-х годах за границей спрашивали: «Как в России относятся к изменению климата?» Какое изменение климата, когда люди должны каждый день беспокоиться о сиюминутных проблемах? Вопросы климата обсуждаются, когда есть уже довольно устойчивое развитие общества. Мы должны к этому прийти. Это глобальная проблема, потому что в атмосфере границ нет. Одна страна может загрязнять атмосферу, но все переносится, перемешивается. CO₂ — хорошо перемешанный газ, и концентрация его в атмосфере в целом относительно слабо различается в разных регионах.

На глобальном уровне трудно договориться, потому что все страны находятся на разном уровне развития. В Европе высокие технологии широко внедрены, и говорят про ограничения, а другие страны говорят: «Дайте нам до вас дорасти». Возникают вопросы, как оценивать эмиссии: в расчете на душу населения или интегрально по стране, как учитывать эффекты северных широт, например, в России, Канаде или на Аляске? Договариваться с учетом всех различий сложно, но необходимо. **ЭН**

Черепаха Логгерхед на коралловом рифе



Мы в ответе

✍ Вячеслав Мещеринов

Как климатические изменения влияют на животный мир, насколько сильно в этом процессе замешан человек и что в наших силах сделать для сохранения земной фауны, пока мы всей толпой не улетели колонизировать Марс? Обо всем этом мы поговорили с натуралистом и автором программы «Все как у зверей» Евгенией Тимоновой.

ПЕРЕМЕН ТРЕБУЮТ НАШИ СЕРДЦА

Влияние климата на животный мир происходит на протяжении всего времени существования земной жизни. Изменение условий вызывает адаптацию к ним, то есть эволюцию. Нынешнее влияние антропогенного фактора на среду не может доминировать по своей интенсивности — действительно, выбросы нескольких вулканических извержений влияют на воздух сильнее, чем все потуги человечества его испортить. Тем не менее наше методичное вмешательство в естественные процессы накапливается и ускоряет текущие изменения.

«Мы не остановим эволюцию, не прекратим жизнь на Земле, наши усилия не приведут к повсеместному вымиранию. Уже миновали пять массовых вымираний животных, связанных с различными глобальными катаклизмами, случавшимися на Земле. Хотя сейчас и идет шестое вымирание, причиной которого по некоторым теориям стали люди, жизнь определенно на нем не закончится.»

Одни животные вымирают, другие — приспособляются. Белые медведи скрещиваются с бурыми на границе их ареалов. Впрочем, у гибридных особей раньше не было никакого будущего, поскольку они не нравились своим чистокровным братьям. Зоологи очень возмущались по этому поводу, дескать, «бурые медведи испортят нам всех белых». А теперь уже есть мнение, что, может быть, это очень неплохая история: добавление признаков бурого медведя

СПРАВКА

Рифы — это острова жизни посреди достаточно безжизненных просторов южных океанов. Тут продуктивность гораздо ниже, чем в северных морях, где больше растворенного кислорода. Риф, будучи сообществом животных, по сути, ведет себя скорее как растение. Водоросли-симбионты кораллов фотосинтезируют и активно выделяют кислород, поэтому плотность жизни здесь совершенно фантастическая, это одни из самых плотно заселенных биоценозов. Кроме того, все это невероятно красиво (что можно монетизировать), да еще и содержит важные точки для роста рыбной молоди. На коралловых рифах находятся так называемые fish schools, где рыбная молодь откармливается, вырастает и откуда отправляется бороздить океанские просторы.

позволит белому легче адаптироваться к новым, более высокотемпературным условиям.

Сейчас очень активно погибают кораллы — и это большая потеря. Судя по всему, коралловые вымирания идут волнами, то есть спустя время они должны восстановиться. Но живущее поколение этого восстановления определенно не застанет. Коралловые рифы погибают из-за закисления океана и повышения температуры. Здоровье экологической системы определяется в том числе скоростью обмена биогенов в ней. Коралловые рифы — это гигантские реакторы, в которых все биохимические процессы происходят с большой интенсивностью и влияние которых, соответственно, не ограничивается просто какими-то территориями вокруг рифа. Трудно оценить, насколько далеко простирается этот биогенный след от деятельности рифов и что сломается, если мы вытащим эту «соломинку» из общей экосистемы южных океанов.

«С одной стороны, мы, конечно, можем посыпать голову пеплом по поводу того, что мы угробили коралловые рифы. С другой, большую часть работы за нас выполнил Эль-Ниньо (осцилляция температуры поверхностного слоя воды в экваториальной части Тихого океана), который случился около Южной Америки, что привело к резкому повышению температуры в Тихоокеанском бассейне как раз в районе Юго-Восточной Азии, где и находится большая часть рифов. Кораллам, чтобы свариться, достаточно повышения температуры всего на 2 градуса. Что и произошло. А у берегов Южной Америки Эль-Ниньо привел к тому, что нарушился подъем с морского дна холодных слоев воды, и из-за этого практически вымерли пингвины Гумбольдта, которые жили до этого на чилийском побережье, питаясь поднимающейся со дна рыбой, и горя не знали. А тут — раз! — и рыба перестала подниматься. Пингвины тоже оказались в очень угрожающей ситуации. Поэтому, мы, конечно, постарались, но Эль-Ниньо постарался больше.»



Корабли в Аральском море

→ С другой стороны, когда ситуация с Аральским морем развивалась уже по катастрофическому сценарию и соленость повышалась так быстро, что постепенно сложные позвоночные ушли на покой, двустворчатые моллюски в этой среде стали очень стремительно эволюционировать. Чем быстрее меняется окружающая среда, тем быстрее идет эволюция и тем более интересный результат она дает. Возможно, даже с коралловыми рифами не все потеряно, поскольку появляются водоросли-симбионты, которые могут сосуществовать с кораллами даже в стрессогенных новых условиях. Не исключено, что сегодня зарождается новый формат рифов, который довольно быстро сменит тот, что мы сейчас теряем.

(НЕ)АНТИПРИРОДА

«Беспокоясь о состоянии биосферы и о влиянии антропогенного фактора, важно соблюдать баланс, не впадать в отчаяние и алармизм», — считает Евгения. Конечно, изменения, которые мы вносим в биосферу, глобальны. Когда летишь над Европой, видно огромные территории, покрытые полями, — и все это дегенерировавшие ландшафты, территории с минимальным биоразнообразием. А нетронутых первичных лесов и биоценозов остается очень мало, и их будет только меньше.

«То, что наступает какая-то новая формация ландшафтов — это не антиприрода. Это теперь такая природа. Люди, с одной стороны, всячески способствуют шестому вымиранию. Количество видов сокращается очень быстро. С другой стороны, появляются новые экологические зоны, которые, соответственно, предполагают появление новых игроков на этой территории. Другое дело, что новые игроки не всегда успевают так быстро появляться, и поэтому сейчас кто — человеческий фактор или природный — кого обгонит, пока что непонятно. Но, конечно, природа в итоге возьмет свое. Да, формации меняются, и они вполне могут смениться не в нашу пользу, об этом надо помнить. Планету мы не угробим, а вот себя совершенно запросто можем.

Очень большая проблема, может быть, не вполне очевидная на первый взгляд — это сегментирование природных зон, ареалов обитания животных. Например, если взять один Лосиный остров, разрезать на много-много маленьких скверов и раскидать везде по Москве, это даже близко не будет заменять ценности единого Лосиного острова как большого зеленого пятна. Животным для нормальной жизни нужна достаточно большая

территория. Да, это может быть набор маленьких участков, но тогда они должны быть связаны какими-то пронизываемыми для животных мостиками, чтобы для них это являлось своего рода «многокомнатной квартирой». Будучи запертыми в одной «комнате», они не могут размножаться, не могут расселяться.

В целом же, когда вы убираете зеленые насаждения, ландшафт превращается в степной, пустынный. Температура в городах поднимается не столько из-за каких-то выбросов, сколько из-за изменения отражающей способности поверхности. Когда заходишь в лес, чувствуется, что становится прохладнее, и это не иллюзия. Леса действительно экранируют солнечное излучение и не позволяют поверхности нагреваться, поглощают свет, пуская его в дело. В городской среде, при меньшем биоразнообразии деревья — даже в виде парков или бульваров — все равно работают.

ТАМ, ГДЕ НАС НЕТ

Для сохранения природы во всем мире очень эффективны заповедники и заказники. Когда животных меньше беспокоят — строительством, вырубкой лесов, охотой — фауна очень



Аграрные поля на месте средневропейских лесов

быстро приходит в свое первоначальное состояние, восстанавливает численность. Лучшее, что может сделать человек для природы — это исчезнуть на какое-то время. Об этом нам говорит история с зоной отчуждения вокруг Чернобыльской АЭС, которая сейчас является территорией пусть и не сохранившихся, но максимально восстановившихся, самых величественных среднеевропейских лесов. Таких нет уже больше нигде, потому что Европу давно всю вспахали.

«Я очень люблю Коста-Рику как удивительный пример аграрной страны, где нет никаких полезных ископаемых, которая долго жила бананами, какао и кофе. Двадцать лет назад на государственном уровне она объявила курс на экологичность и развитие экотуризма. Там поставили целью стать меккой экотуризма мирового масштаба, пользуясь тем, что территория маленькая, но ландшафт очень разнообразный. Запретили всю охоту, перестали возделывать какую-то часть плантаций. Все это мгновенно заросло вторичным дождевым лесом. Животные очень быстро привыкают к тому, что человек не является для них источником угрозы. Поскольку Коста-Рика запретила всю охоту и

начала носиться со своей фауной как с новым источником бюджета, звери очень быстро ослабли и теперь буквально падают тебе на голову», — рассказывает Евгения.

За эти 20 лет костариканцы бросили возиться с бананами и увеличили свой государственный доход в разы. Они стали жить настолько лучше, что в 2013-м году вышли на 1 место в мире по «индексу счастья». Это очень хороший пример того, как люди поверили, что живые звери и нетронутая природа могут дать больше денег, чем звери съеденные и природа распаханная.

ДИКОЕ ЗОЛОТО

Экотуризм, удовлетворение человеческой потребности находиться внутри природы, наблюдать животных — это и будет новым «золотом». Наступает постиндустриальная эпоха, эпоха посттруда, поэтому удовлетворение эстетических потребностей для нас становится все важнее и важнее. По словам Евгении, в России в последние 15–20 лет существует неплохая динамика с заповедниками и заказниками.

«Дружественные мне люди, работающие в заповедниках, говорят, что им никогда не работало так хорошо, никогда не выделяли столько денег, как сейчас. И численность животных тоже поползла вверх. Многие виды, которые совсем плохо себя чувствовали, как-то воспряли и размножились. С точки зрения туризма у нас, конечно, не Африка, где ты просто выходишь в саванну на территории нацпарка — и кругом лежат звери, а ты смотришь на них из машины. Никто не разбегается, потому что за десятки лет существования нацпарков все привыкли, что люди безопасны. И они, совершенно не стесняясь, живут своей животной жизнью прямо у тебя перед носом. У нас огромные неосвоенные территории, и все это сложнее увидеть. Камчатка офигенная совершенно, но инфраструктуры, по сравнению с африканскими сафари на непристойно комфортных джипах, практически нет. Африка — это сейчас такой уже немножко пенсионерский стандарт, там очень комфортно.

Сегодня людям становится интереснее покорение каких-нибудь отдаленных территорий. Начинают открывать для иностранцев плато Путорана. На Чукотку стали заходить круизы с австралийцами и американцами. Поэтому определенная дикость нашей страны и отсутствие толковой инфраструктуры экотуризма, на удивление, могут оказаться дополнительным ресурсом для его развития. **ЭН**



Зона отчуждения вблизи Чернобыльской АЭС

ВСЁ ВЫШЕ, ВЫШЕ И ВЫШЕ!

✍ Анастасия Митько

92,2

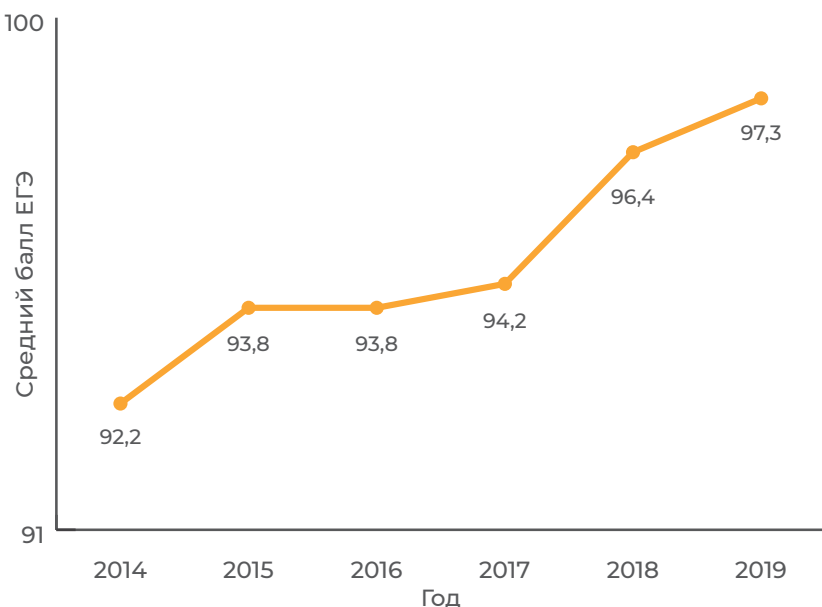
В 2019 году средний балл на Физтехе побил все рекорды, достигнув величины 97,3. В этом материале мы расскажем, как отбирают лучших среди лучших и как повысить свои шансы при столь острой конкуренции.

НЕМНОГО СТАТИСТИКИ

Глядя на график роста среднего балла, невольно задаешься вопросом: а что же будет дальше? Отметка «100» и прямая линия? Но, оказывается, это не предел, и в нескольких конкурсах балл с учетом индивидуальных достижений (ИД) уже превысил сотню. Так, например, на одной из программ Физтех-школы прикладной математики и информатики (ФПМИ) чуть не случился конкурс среди поступающих без вступительных испытаний. Из 94 мест 91 было занято олимпиадниками, целевиками и льготниками,

в итоге на общий конкурс осталось всего три места. Прогодной балл достиг значения 308 из возможных 310 (три экзамена и баллы за ИД).

Однако трудности поступления не пугают абитуриентов. За последние два года их количество выросло более чем на 30%. В 2019-м поступать пришли около 2 400 человек, было подано примерно 6 600 заявлений. Всего зачислено более 1 300 первокурсников, 826 — на бюджет, свыше 300 — на платное обучение, более 300 иностранцев, а также прошел набор на англоязычные программы бакалавриата, магистратуры и аспирантуры. Без ложной скромности





скажем: на Физтехе удалось собрать лучших из лучших. Например, в МФТИ решили учиться 10 членов национальных сборных России, участников международных олимпиад по физике, химии, информатике и астрономии. Среди них Алексей Шишкин, который — редчайший случай! — является обладателем одновременно двух золотых медалей международных олимпиад по физике и по химии. Кроме того, в МФТИ по квоте Правительства РФ поступили еще 10 призеров и участников международных олимпиад по физике и химии. Сильные ребята приходят и по результатам ЕГЭ — на Физтехе будет учиться Даниил Дрябин, набравший 400 баллов по 4 предметам. Таких выпускников в этом году всего двое в стране.

ГРАНТЫ ЗА ТАЛАНТЫ

По задумке основателей Физтеха, собеседование должно было быть ключевым этапом поступления — именно при живом общении лучше раскрывается потенциал абитуриента. После введения ЕГЭ традиция, как казалось, начала уходить в прошлое, все решалось суммой баллов, и набравший максимум мог даже не

приходить — на поступление это не влияло. Теперь, когда конкуренция идет уже не только по основным предметам, но и по дополнительным баллам, мнение комиссии по собеседованию вновь играет определяющую роль. Так, например, перспективного абитуриента могут рекомендовать на грант — платную форму обучения, расходы за которую покрываются фондом выпускников и другими спонсорами. В этом году число рекомендованных к обучению на грантовой основе составило 72 человека.

ВИЖУ ЦЕЛЬ, НЕ ВИЖУ ПРЕПЯТСТВИЙ!

Абитуриент также может поступить на целевое обучение, которое оплатит государство, а студент, в свою очередь, должен после выпуска отработать несколько лет на заинтересованном в молодом специалисте предприятии. Некоторые организации, сотрудничающие с МФТИ, набирают претендентов сами, проводя мероприятия для школьников, а некоторые отбирают абитуриентов во время собеседования.

В этом году изменилось законодательство о приеме по целевой квоте. Теперь, если студент не выполнит своих обязательств — будет отчислен или не отработает положенный срок, — расходы государства за время обучения придется компенсировать. Раньше возвращать требовалось только деньги, потраченные организацией, например, на дополнительные стипендии, теперь же необходимо вернуть вузу стоимость своего обучения.

Денис Дмитриев, заместитель проректора по учебной работе и довузовской подготовке, говорит: «Мы ожидали, что из-за более строгих условий абитуриенты могут испугаться пойти на целевое обучение. Но это оказалось не так. На некоторые программы был конкурс среди поступающих по целевой квоте, и в итоге был зачислено 70 абитуриентов, причем средний балл, по сравнению с прошлым годом, вырос — с 88,3 до 90,2».

ЦИТАТА



**Николай
Кудрявцев,**
ректор МФТИ

«МФТИ идет в ногу со временем, что привлекает школьников, которые стремятся учиться по самым передовым направлениям и в дальнейшем построить успешную карьеру. Физтех постоянно обновляет образовательные программы так, чтобы наши выпускники оставались востребованными специалистами и соответствовали современным научно-технологическим вызовам. В этом году качество приема традиционно на высочайшем уровне — проходной балл на некоторые направления превысил 300 баллов. Мы стараемся не упускать талантливых абитуриентов — на традиционных собеседованиях представители Физтех-школ и базовых организаций общаются с абитуриентами, имеющими явные исследовательские задатки, которым немного не хватило баллов для поступления на бюджет. Они смотрят на все аспекты деятельности и особенности мышления, чтобы порекомендовать подходящую программу и не упустить ценные кадры. Сильным и мотивированным ребятам мы предлагаем гранты на обучение. Сегодня мы принимаем таких школьников не только на средства института, но и за счет выпускников и партнеров».

МИССИЯ ВЫПОЛНИМА

Конечно, поступить на Физтех непросто, но не надо отчаиваться. Во-первых, не стоит упускать возможности участвовать в школьных олимпиадах в средних классах — хорошие результаты позволяют выйти на областной уровень, вас заметят сильные учителя и возьмутся за вашу подготовку, а там — кто знает? Всероссийская олимпиада, национальная сборная, и вас везде ждут с распростертыми объятиями.

30–40% первокурсников поступают только по результатам ЕГЭ. Если это ваш путь, помимо усердной подготовки к экзаменам по физике, информатике, химии, математике и русскому, не забывайте про остальные предметы (в этом году аттестат с отличием дал бы вам два дополнительных балла). Окончание ЗФТШ принесет от 5 до 10 баллов*. Не пренебрегайте спортом — два балла за золотой значок ГТО, четыре — за звание мастера спорта или КМС (гроссмейстера, если вы — шахматист). Не забрасывайте и хобби — диплом художественной или музыкальной школы принесет еще пару баллов. Удачи всем будущим абитуриентам и хорошей успеваемости первокурсникам! **ЗН**

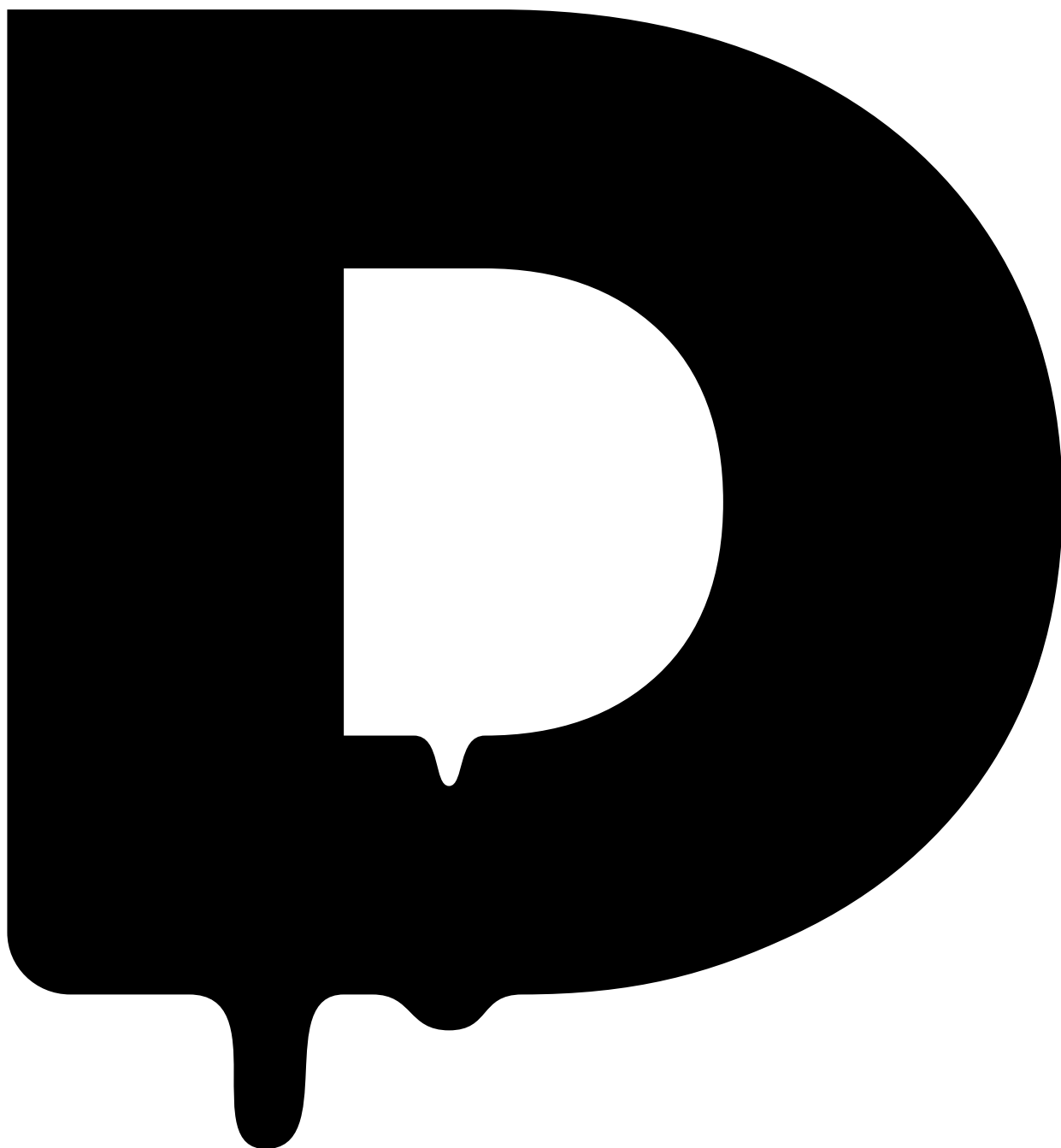
* Количество дополнительных баллов за индивидуальные достижения приведено по состоянию на 2019 год.

НЕФТЯНОЕ ИЗМЕРЕНИЕ



✍ Мария Комарова

Месторождения углеводородов, на которых проводился 4D-сейсмический мониторинг, смогли функционировать дольше и дать больше ресурсов, чем ожидалось, и в результате окупили затраты на внедрение технологии. Это особенно важно в условиях истощения ресурсов. Журнал «За науку» спросил у экспертов из отрасли, есть ли смысл и возможность внедрения 4D-сейсморазведки в России.



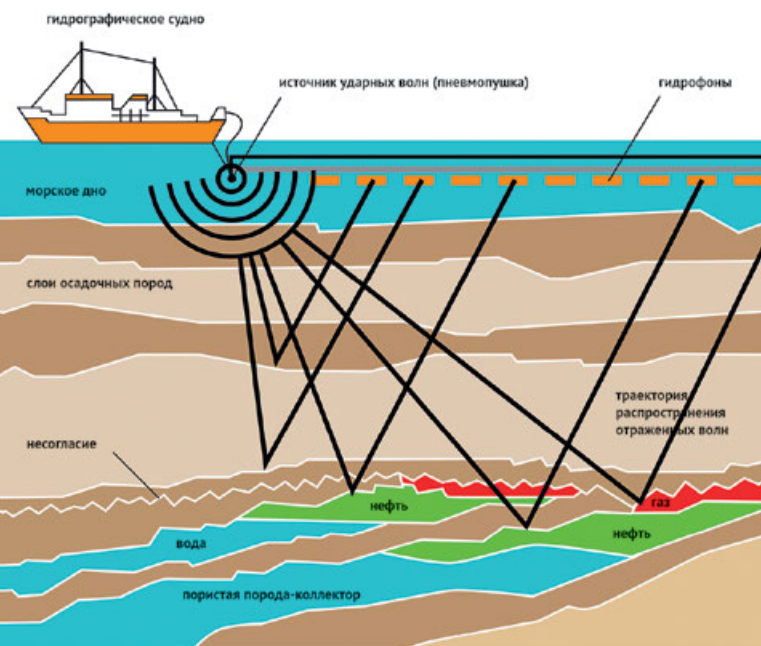
СЧИТАЯ ВРЕМЯ

По данным British Petroleum, на конец 2018 года количество доступной нефти в мире составляло 1 730 млрд баррелей, чего при текущем уровне добычи хватит на 50 лет. В России, по тем же данным, находятся 106 млрд баррелей, которые будут добывать еще 25 лет.

По оценке министра энергетики РФ Александра Новака, озвученной им в феврале 2019-го, нефти в России хватит на 30 лет, газа — на 100 лет. Речь идет о доказанных запасах, то есть уже разведанных и доступных для извлечения в текущих экономических и технологических условиях. Это означает, что через полвека углеводороды останутся только в труднодоступных и менее плодородных местах, и к этому времени надо научиться эффективно их осваивать.



Рисунок 1.
Принцип действия сейсморазведки на примере шельфа. На суше все то же самое, только оборудование расположено на земле



В условиях истощения запасов особенно важно разрабатывать месторождения «с умом», то есть с использованием технологий. Одной из основных является сейсморазведка. Она позволяет изучить геологические структуры, в которых находятся углеводороды, и построить наиболее выгодную стратегию их извлечения.

Принцип сейсморазведки похож на УЗИ (см. рис. 1): специальный источник возбуждает в земле упругие волны, они распространяются и попадают на границы между слоями с разными свойствами, частично отражаются и возвращаются к поверхности, где их регистрируют сейсмоприемники. Полученная инфор-

мация анализируется, и на ее основе делается вывод о строении пластов.

Если приемники расставлены по прямой линии, сейсморазведку называют сейсморазведкой 2D, а если по площади — площадной, или 3D. Съемка 3D дает больше информации о строении недр, по сравнению с 2D. Последнее достижение — это 4D-сейсморазведка, где дополнительной размерностью служит время: 3D-съемку повторяют несколько раз, сравнивают результаты и делают выводы о динамике недр. Это позволяет отслеживать перемещение нефти и газа внутри породы и корректировать бурение скважин таким образом, чтобы увеличить нефтеотдачу.

«3D — это фотография, а 4D — это кино, эта аналогия позволяет понять разницу и объясняет все преимущества», — говорит Андрей Разин, главный конструктор НТИЦ морской геофизики при Институте арктических технологий МФТИ.

РЕАЛИЗАЦИЯ 4D

На тех объектах, где уже проведена 3D-сейсморазведка, логично было бы ее повторить для оценки изменений в пласте. Но для 4D-сейсморазведки важно, чтобы повторная 3D-съемка была сделана с теми же характеристиками источника и приемника. Продолжая аналогию с фотографией, представим, что нам нужно оценить, как изменился цвет воды в озере за 10 лет: у нас есть старая фотография, но мы не знаем, на какой фотоаппарат и с какими настройками она была сделана, а фотоаппарат, даже если мы его найдем, уже не помнит этого и давно купил новый прибор.

Даже если получится в точности воспроизвести все параметры, это не гарантирует идеальной повторяемости, причем за дополнительные услуги придется доплатить. По рисунку 1 можно прикинуть, сколько стоят перемещения такого «фотоаппарата». Тем не менее именно на морских месторождениях 4D-сейсморазведка наиболее экономически оправдана — на море стоимость бурения одной скважины составляет порядка 100 миллионов долларов, а технологических шумов меньше.

«Один из главных параметров применимости 4D — повторяемость. Она лучше всего достигается на море. На морских месторождениях, освоение которых дорогое, а скважины стараются расставить по абсолютной необходимости, такие недешевые решения, как 4D, дают экономический эффект», — комментирует Сабина Кларнер, технический директор компании Klarenco Energy Consulting, специалист в области обработки и интерпретации сейсморазведочных данных, международный эксперт EAGE.

Число месторождений в мире, на которых применяется метод 4D, активно растет: в 2009 году — 50, сегодня — около 200. Один из классических успешных примеров — месторождение Gullfaks в Северном море, Норвегия. Ведущий геофизик компании Statilil Top Vegar Мэрдален оценил, что около половины добытой там нефти с конца 1990-х годов —

КСТАТИ

В Норвегии особенно любят применять сейсморазведочные технологии: другое месторождение в Северном море, Draugen, изначально казалось не очень перспективным, поэтому добывающая компания сделала ставку на интеллектуальный подход к освоению резервуара. Трех- и четырехмерные данные позволили принимать наиболее эффективные решения — всего 11 добывающих скважин, но во главе со скважиной-рекордсменом среди всех морских скважин (78 тыс. баррелей / день). Месторождение должно было разрабатываться с 1993 до 2013 года, но в 2013 году компания подала заявку на продление работ до 2036 года — срок жизни резервуара увеличился вдвое. 4D-съемки показывают свою эффективность в Северном море, в Мексиканском заливе, на морских месторождениях Бразилии, Нигерии, Индонезии и на некоторых сухопутных проектах.

результат оптимизации, которую провели на основании данных 4D-сейсморазведки. По подсчетам компании, 4D-исследования принесли дополнительный заработок в размере около 6 млрд норвежских крон (44 млрд рублей).

В России впервые подобные работы были проведены на шельфе Сахалина в 2010 году компанией PGS по заказу «Сахалин Энерджи». Пильтун-Астохское месторождение является крупным и имеет сложное строение, что способствовало проведению первых в России работ по 4D-сейсмическому мониторингу. Данные 3D-съемки в 2010 году были сопоставлены с аналогичными съемками 1997 года. На основе проведенного анализа была определена динамика фронта нагнетаемой воды и оптимизирована разработка месторождения. В 2015 компания повторила эксперимент на еще двух объектах Сахалинского шельфа и снова заявила об успехе 4D-мониторинга. На сегодняшний день это единственные примеры использования полноценной 4D-съемки в России.

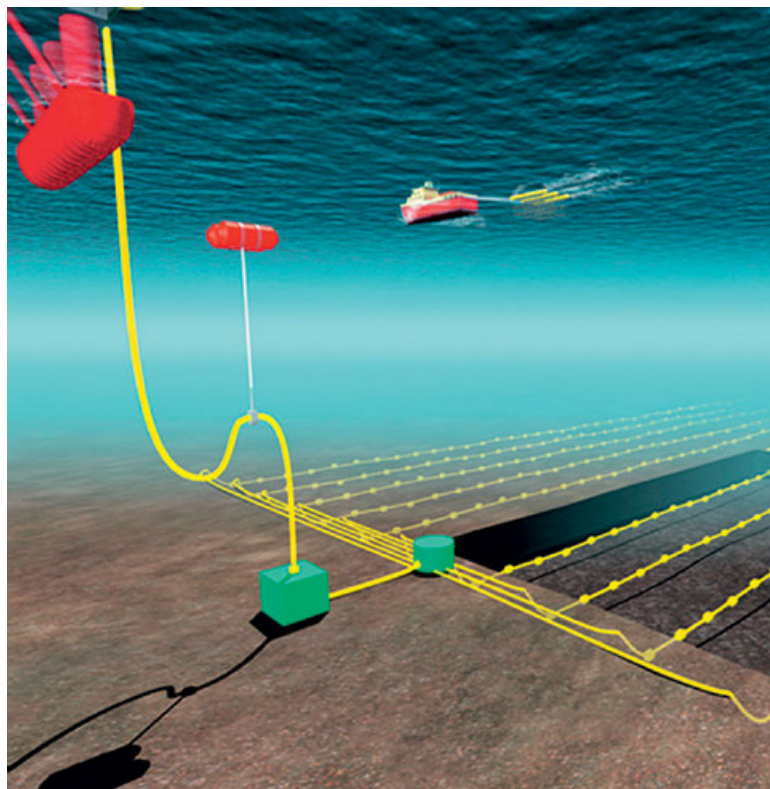
Сабина Кларнер дополняет: «В России пока ограниченное количество разрабатываемых морских месторождений. На суше в международных проектах 4D применяется, скорее всего, в условиях, где можно расставить огромное количество приемников и ими набирается статистика. Прежде всего в пустынных и полупустынных регионах. На суше в России — в основном сложные поверхностные условия. Повторяемость стандартной съемки ограниченная, физически не имеет смысла применять 4D. Только значительное удешевление съемок с большим количеством тесно расставленных приемников, возможно, изменит картину. А потом, все равно не ясно — нужно ли это нефтяным компаниям? Пока предпочитают увеличивать объемы бурения».

ТЕХНОЛОГИИ НА ДНЕ

Технологии морской сейсморазведки не стоят на месте, а идут ко дну. На смену буксируемым косам, то есть плавающим датчикам (рис. 1) приходят донные системы. На морском дне сигнал из недр регистрируется лучше. Для 4D-сейсморазведки идеально оставить датчики на дне, чтобы обеспечить повторяемость, поэтому предпочтительнее перманентные донные системы (рис. 2). Они не только обеспечивают более высокое качество мониторинга, но и удешевляют повторные съемки — остается только пригнать судно-источник.

Месторождение Valhall в норвежской части Северного моря стало первым, но не послед-

Рисунок 2.
Схема расположения на дне постоянно действующей регистрирующей оптоволоконной системы OPTOSEIS, разработанной норвежской компанией PGS



**ПРЯМАЯ РЕЧЬ**

Сабина Кларнер, технический директор компании Klarenco Energy Consulting, специалист в области обработки и интерпретации сейсморазведочных данных, международный эксперт EAGE:

— В России нет рынка для 4D-сейсморазведки, поэтому при условии возникновения спроса будут применяться иностранные решения.

→ ним месторождением, на котором была установлена перманентная система 4D-сейсмического мониторинга. С момента установки в 2003 году сейсмические съемки проводились раз в полгода, что, по оценкам специалистов, позволит продлить срок эксплуатации месторождения более чем на 40 лет. В мировой 4D-практике донные системы успешно используются. В России же пока не сообщалось о случаях применения такой технологии.

Юрий Ампилов, профессор кафедры сейсмометрии и геоакустики геологического факультета МГУ, считает, что нам просто нечего применять: «К сожалению, серьезных российских разработок в области 4D-сейсморазведки не существует. В рамках программы импортозамещения есть попытки создать отдельные элементы для сейсмических наблюдений, обработки и интерпретации данных, но они относятся к сейсморазведке как таковой, а не конкретно к 4D. Своего опыта и надлежащего оборудования у нас нет, а имеющие опыт иностранные компании находятся в зоне санкций, если говорить о большинстве районов российского шельфа».

«Системы для перманентного мониторинга, такие как Optoseis, Stingray (система от CGG) не продаются как оборудование, и не только в силу санкционных ограничений. Компании-производители этих систем предоставляют комплексный сервис по проведению 4D-мониторинга, — дополняет Андрей Разин. — В силу многих причин, в том числе связанных с безопасностью, этот вариант является неприемлемым. Отечественных систем мониторинга не выпускается. 4D-мониторинг с использованием сейсмических судов с буксируемыми косами или с донными станциями технологически более легко реализуем, но качество мониторинга существенно ниже».

В России есть разработки в области сейсморазведки, которые при востребованности смогут использоваться в 4D. Свои донные станции есть у АО НПП «Авиационной и морской электроники» и Морской арктической геологоразведочной экспедиции. В Институте физики Земли РАН ведутся исследования томографии сейсмическим шумом, которые также могут быть применимы для создания пассивного (без использования источника) мониторинга.

В МФТИ разрабатывается перманентная донная система на оптоволоконных технологиях, по аналогии с системой на рисунке 2. Оптоволокну заменяет электрические соединения в подводной части, что делает систему надежной и долговечной, а это особенно важно для 4D-мониторинга. Главный инженер НТЦ морской геофизики МФТИ Юрий Разин рассказывает: «Мы столкнулись с тем, что мы не можем не то что заказчиков найти, но даже единомышленников в этом деле. Хотя считаем, что это очень выгодный бизнес для любой



Платформа «Моликпак» (Пильтун-Астоская-А) — первая в России морская нефтедобывающая платформа. Источник: gazprom.ru



сервисной компании, потому что это не один снимок недр. Можно подписать контракт на съемки одних и тех же недр только на много лет вперед».

ПРЕПЯТСТВИЯ

Вадим Шашель, исполнительный директор Научно-технического центра «Газпром Нефти» по проектно-функциональному обеспечению геолого-разведочных работ и развитию ресурсной базы, объясняет: «Анализируя результаты проектов с применением 4D-сейсморазведки, можно сделать вывод, что данная технология применима, в первую очередь, на шельфовых газовых, нефтегазовых и нефтегазоконденсатных месторождениях. В периметре «Газпром Нефти» такие месторождения есть, однако говорить о простоте и безоговорочном успехе при использовании технологии сейсмического мониторинга не стоит. Все факторы должны анализироваться уже на этапе выбора потенциального района для проведения 4D. Именно потенциальный экономический эффект и определяет актуальность проведения такого рода исследований».

В целом, эксперты отмечают три основных препятствия для внедрения 4D-сейсморазведочных технологий российскими нефтегазовыми компаниями.

1. Сложные физические условия на суше: Крайний Север, пересеченная местность, тающая мерзлота и, соответственно, сильный шум. Решением может быть интенсификация разработок, но тут встает следующее препятствие.
2. Недостаток поддержки от российских недропользователей в силу молодости технологии и, как следствие, недостаток инвестирования и отставание отечественных разработок. Можно было бы применять иностранные решения, но на шельфе, где они дали бы наибольшую отдачу, возникает третье препятствие.
3. Отношения с другими странами: в виду санкций европейские и американские компании не могут проводить сейсморазведочные работы на российском шельфе и предоставлять оборудование. Например, ExxonMobile была вынуждена прервать сотрудничество с Роснефтью, в рамках которого проводились разведочные работы

ПРЯМАЯ РЕЧЬ

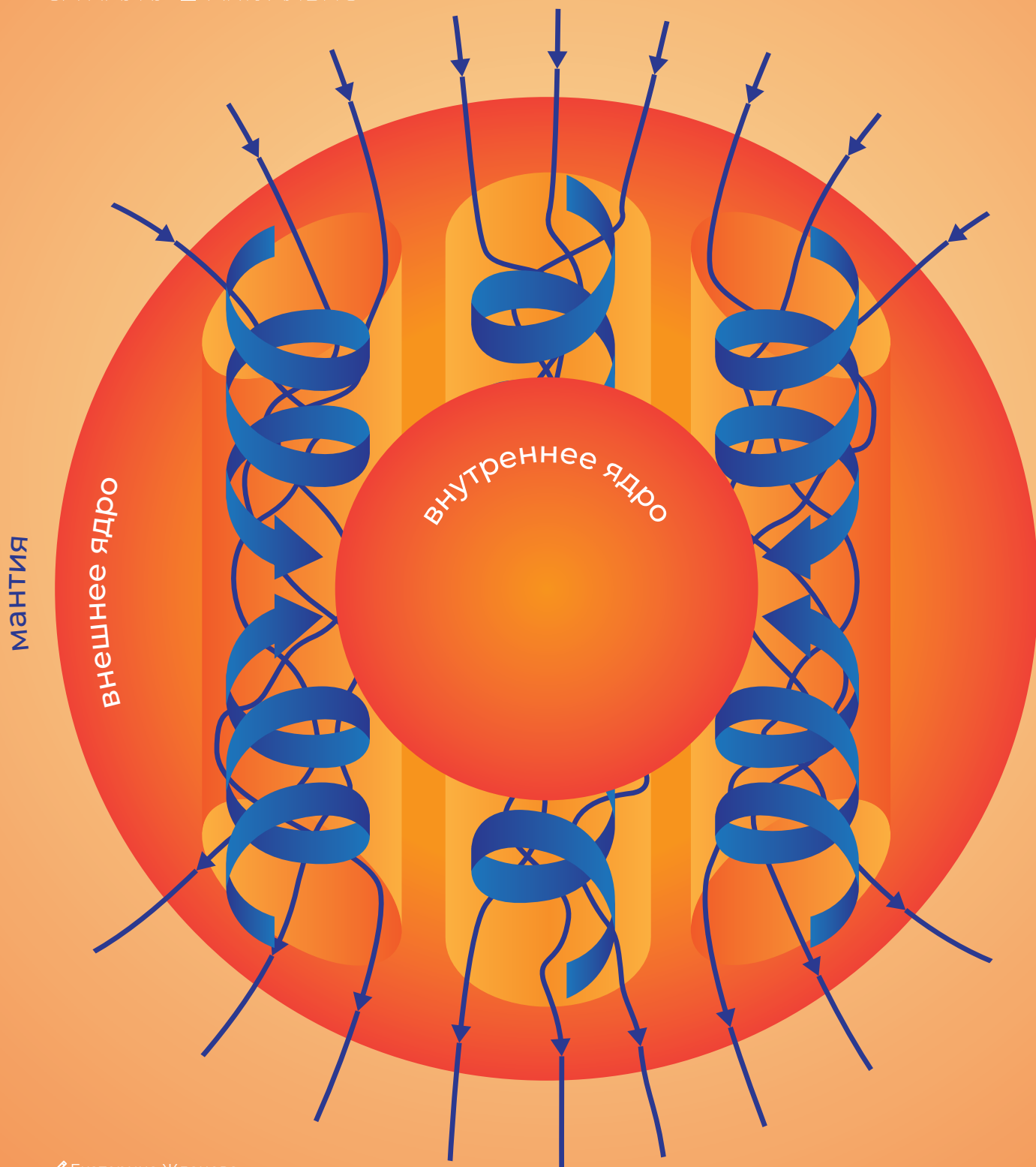


Сергей Тихоцкий, директор Института физики Земли РАН, руководитель лаборатории морских инженерно-геофизических исследований континентального шельфа МФТИ:

— Долгое время в СССР не придавали большого значения ни извлекаемости запасов, ни экологическим рискам. Сибирская нефть казалась неисчерпаемой, а регионы добычи — малонаселенными. Сейчас все изменилось, и успех нефтяной отрасли радикально зависит от вовлечения в разработку трудноизвлекаемых запасов, а значит — от активного воздействия на пласт. Такие мероприятия необходимо проводить под контролем сейсмического мониторинга. Но традиции его проведения пока не сложились, технологии не освоены.

на Арктическом шельфе. К тому же шельф является важным геополитическим пространством, а иностранные сервисы отправляют данные в иностранные компании. Интересно, что перманентная донная система, разрабатываемая в МФТИ, в качестве побочного эффекта считывает шумы из толщи воды — вражеская субмарина не проплывет незамеченной. Возможность использования системы для освещения подводной обстановки стимулирует ее финансирование и дает надежду на преодоление препятствия 2.

Легко извлекаемые углеводороды заканчиваются, и России скоро понадобятся ее менее доступные стратегические запасы. По оценкам экспертов, под Арктическим шельфом расположены около 90 млрд баррелей нефти, стоимость арктических запасов нефти и газа оценивается в \$20 трлн. В тяжелых условиях использование передовых технологий может значительно снизить затраты на освоение месторождений. От открытия месторождения до начала добычи могут пройти десятилетия, поэтому вопрос разработки труднодоступных недр является актуальным уже сейчас. Как показывает опыт, своевременные инвестиции в разработки, сотрудничество с иностранными компаниями и внедрение новых технологий могут многократно окупиться в будущем. **ЭН**



✍ Екатерина Жданова

МАГНИТНЫЙ ПРОГНОЗ

Северный магнитный полюс Земли едет в Россию из Канады со средней скоростью примерно 55 км в год. Много это или мало, а также чем грозит простым трудящимся — давайте попробуем обстоятельно разобраться.

ОТКУДА У ЗЕМЛИ МАГНИТ

Возраст нашей планеты — около 4,5 миллиардов лет, при этом ее геомагнитное поле явно существовало последние 3 миллиарда. Магнитное поле Земли неощутимо для человека, но тем не менее оно влияет на химические и биологические процессы, состояние человеческого организма, защищает биосферу от энергичных частиц из космоса и руководит миграционными процессами в животном мире. Также магнитное поле поддерживает технические системы навигации и спутниковой связи.

Магнитное поле нашей планеты ученые зовут геомагнитным, так как считают ответственными за его происхождение процессы, протекающие в геологических глубинах Земли. Есть модель динамо (или геодинамо), которая удовлетворительно отвечает на фундаментальный вопрос — откуда вообще у нашего большого шарика магнит.

Согласно модели, внутри планеты находится хитроумный генератор. Он состоит из твердого внутреннего ядра, которое является энергетическим источником. Следующий элемент генератора — жидкое внешнее ядро, состоящее преимущественно из железа. Внутреннее ядро сильно горячее внешнего, поэтому образуются конвективные потоки — перемещения массы железа. Эти потоки закручиваются в спирали, так называемые столбы Тейлора, из-за того, что Земля вращается и на потоки железа действуют кориолисовы силы. Такая конфигурация создает самоподдерживающуюся систему. Конвективные токи текут в некотором начальном магнитном поле, создавая при этом свое собственное. Это добавочное поле усиливает первоначальное, за счет чего снова усиливается ток. Нарастание тока, бесспорно, бесконечно: рост тока провоцирует рост джоулевых потерь. В итоге наступает баланс потерь и притоков энергии. Такая система позволяет планете демонстрировать относительно устойчивое магнитное поле в течение тысячелетий.

ПРИБЛИЖЕННОЕ И ТОЧНОЕ

Упрощенно поле Земли можно рассматривать как поле помещенного внутрь планеты огромного полосового магнита — или, говоря более строго, магнитного диполя, ось которого наклонена примерно на 11 градусов к географической оси планеты. Величина индукции магнитного поля на поверхности колеблется в пределах от 25 до 65 микротесла.

За эту как бы торчащую в земном шаре магнитную ось отвечает генератор магнитного поля в ядре — наше геодинамо. Однако в некоторых регионах Земли дипольного приближения недостаточно. Это так называемые области магнитных аномалий, которые формируются залежами магнитных материалов в материках и горных породах на глубине порядка 20–30 километров.

КСТАТИ

Теория магнитного гидродинамо хорошо объясняет почему, например, такая похожая на Землю Венера не имеет магнитного поля: в твердом ядре нет возможности генерации и поддержания конвективных токов.

В 2020 году NASA хочет отправить гамма-спектрометр на астероид Психея. Считается, что это ядро планеты земной группы, которое преимущественно состоит из металлов. Это будет еще один способ получить дополнительные сведения для проникновения в загадки земного ядра в общем и земного магнетизма в частности.

С точки зрения математики, магнитное поле планеты можно представить в виде суммы гармоник — специальных функций. В этой сумме наиболее существенным будет как раз дипольное слагаемое. Вклад локальных аномалий описывается «высшими гармониками». Они представляют собой функции, быстро убывающие с расстоянием. Соответственно, на значение и конфигурацию поля вблизи поверхности Земли они влияют существенно. А вот на расстоянии тысяч километров от поверхности поле можно считать чисто дипольным: все процессы в магнитосфере уже будут подчиняться «упрощенной» модели.

КТО ТАКОЙ ПОЛЮС

У магнитного полюса Земли есть два определения, которые оказываются двумя разными точками на карте. Обе можно абсолютно честно назвать полюсами.

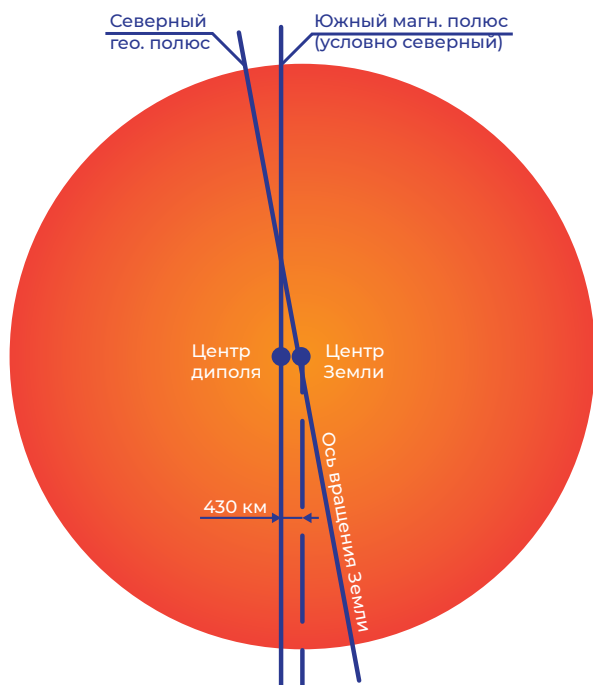
Первое определение таково: полюс — это то место, где магнитная стрелка стоит вертикально. И на севере, и на юге есть такие места. Определение координат такой точки — дело экспериментальное.

Есть и второе определение полюса — такой полюс уже будет называться геомагнитным. Если взять ту самую дипольную стрелку, которую продуцирует геодинамо, и отметить точки, в которых эта стрелка пронзает земной шар, — это и будут два геомагнитных полюса.

Точки, соответствующие разным определениям, не совпадают. А все из-за искажений, вызванных магнитными аномалиями. Эти же причины — вклад высших гармоник — ведут к несимметричному движению противоположных магнитных полюсов. Южный полюс движется со скоростью примерно 10 километров в год, сильно отставая от своего напарника.

БЕГУЩИЙ ПО ВОЛНАМ

Как прояснил нам Валерий Петров, заведующий отделом переменного магнитного поля Земли Института земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн имени Н. В. Пушкина РАН, перемещение Северного полюса из Канады в сторону Сибири на →



Магнитное поле Земли в первом приближении описывается моделью магнитного диполя

блюдают уже около 50 лет. Скорость достигла своего максимума 20–30 лет назад, а сейчас дрейф замедляется. Фактически полюс уже не «едет» в Сибирь, а свернул к Востоку, пошел вдоль побережья России.

«Обсуждая движение Северного полюса, следует понимать, что движется только магнитный полюс (где стрелка стоит вертикально). А полюс дипольный, или геомагнитный почти все 200 лет, которые мы его наблюдаем, где-то в пределах одного градуса перемещается — то есть практически стоит на месте, — поясняет Валерий Петров. — Этот пугающий дрейф полюса, о котором все говорят, может только немножечко влиять на навигацию в высоких широтах. То есть нужно почаще пересчитывать магнитные карты. Вот, в принципе, и весь эффект, который от этого движения полюса есть. А на карты в средних широтах это движение полюсов практически не влияет».

СЕВЕР НА ЮГЕ

Учат в школе, что северный географический полюс соответствует южному магнитному полюсу, и наоборот. Важно не запутаться в терминах. В физике определено, что силовые линии выходят из северного полюса и входят в южный (это просто условность, принятая учеными для обозначения полюсов). Реальные силовые линии магнитного поля Земли входят вблизи северного географического полюса, то есть на севере расположен южный полюс магнитного поля.

Но север не всегда был на юге. Явление, при котором Северный и Южный (физические) полюса ме-

нялись местами, не раз случалось на Земле. Первое свидетельство перемагничивания было обнаружено во Франции в 1906 году, далее такие образцы уже находили по всему свету.

Сегодня ученые уже не спорят, имели ли место инверсии, или образцы приобретали противоположные намагниченности при каких-то других физико-химических явлениях. Магнитные полюса Земли действительно периодически меняются местами. Геологический анализ ферромагнитных минералов — магнетита, гематита, титаномagnetита — дает ученым возможность составить временную шкалу инверсий поля. Такие руды сохраняют намагниченность, которая была на планете во времена их формирования.

Результаты палеомагнитных исследований показывают, что инверсий в истории Земли было около семисот, происходят они нерегулярно, последняя случилась примерно 780 тысяч лет назад. По словам ученых, процесс переполюсовки может длиться не одно тысячелетие, и в этот период Земля крайне уязвима для внешнего космического излучения. Также было показано, что есть взаимосвязь между частотой смены полюсов и тектонической активностью планеты. Многие исследователи называют инверсию основной причиной смены флоры и фауны на планете. А самые смелые — даже причиной гибели динозавров и возникновения человека.

Интересно, что не всегда после затухания происходит смена полярности. Известны так называемые экскурсы — когда после смещений и затуханий первоначальное поле восстанавливается.

По словам Валерия Петрова, как именно происходят инверсия и экскурсы, объяснить пока сложно, так как конкретный механизм первоначального «запуска» динамо не до конца понятен. Неизвестно, откуда у Земли появилось затравочное поле. То ли что-то она «схватила» из космоса, то ли в процессе формирования планеты какие-то магнитные массы попали в ядро. А дальше получается так: как только маленький ток возник, он создал магнитное поле. Затем — увеличение магнитного поля, увеличение тока, опять увеличение магнитного поля и опять увеличение тока. Это процесс с положительной обратной связью, а такие системы обладают неустойчивостью. Начиная с какого-то момента, с появления каких-то внешних условий (может быть, даже небольших), эта генерация может сорваться.

Ко всему прочему, не только конфигурация поля меняется — также ослабевает его значение. Наблюдения Европейского космического агентства показывают, что поле на планете ослабевает примерно на 20 нанотесла в год, что выливается в снижение на 5 процентов в столетие. Такое изменение неравномерно: из-за дрейфа конфигурации локально в каких-то областях поле может и вырасти, но в среднем

его величина падает. Ученые считают, что быстрый дрейф полюсов в совокупности с общим снижением величины напряженности магнитного поля может свидетельствовать о грядущей инверсии полюсов. По словам Валерия Петрова, пара тысяч лет у нас все же еще есть в запасе.

Другие оптимистичные прогнозы ученых говорят о том, что прямой связи между глобальными катастрофами и вымираниями и инверсиями поля нет, у человечества есть достаточно времени и потенциала, чтобы подготовиться к переполюсовке и благополучно ее пережить.

ГЕОМАГНИТНЫЕ РЫВКИ

Северный магнитный (который южный географический) полюс земли движется все время. Но не всегда с постоянной скоростью. Иногда в его перемещениях случаются резкие изменения — так называемые геомагнитные рывки.

Неравномерное изменение координат полюса заметили давно — еще в 1978 году, а совсем недавно ученые из Франции и Дании создали компьютерную модель, которая довольно хорошо описывает рывки, наблюдаемые в последние 50 лет.

Согласно модели, в центральной части ядра образуются магнитогидродинамические волны, которые замедляются и усиливаются на границе с мантией. Такая модель активности земного ядра поможет ученым более точно прогнозировать изменения магнитного поля планеты. Геомагнитные рывки еще называют ускорениями изменения магнитного поля, так как математически во время рывков скачком изменяется вторая производная магнитного поля Земли (по аналогии с кинематическим ускорением — второй производной от координаты).

МАГНИТНЫЙ МИР

В начале 2019 года вышло внеочередное обновление Всемирной магнитной модели (World Magnetic Model, WMM). Хотя предыдущее, выпущенное в 2015-м, имело срок действия до 2020 года, модель необходимо было скорректировать из-за стремительного движения северного полюса.

Наряду с WMM мировые магнитные нужды описывает еще одна модель — Международное геомагнитное аналитическое поле (International Geomagnetic Reference Field, IGRF). Оба описания служат целям военных и транспортных ведомств, но не только: к WMM обращаются системы Android и iOS для корректировки магнитного склонения — угла между магнитным и географическим меридианом в определенной точке пространства, где находится телефон. Это как раз та величина, которая показывает, насколько географическая карта не совпадает с магнитной в конкретной точке.

В высоких широтах случаются различные магнитные неприятности: самые сильные бури, налеты энергичных частиц из космоса, создающие высокий уровень радиации. Поэтому, например, и самолетам, летающим в Заполярье, и спутникам, и МКС важно облетать эти бури стороной, чтобы не подвергаться риску получить повышенную дозу радиации или некорректные данные с приборов.

То, что у нашей планеты есть достаточно устойчивый и возобновляемый источник магнитного поля — такое же чудо, как и возникновение жизни на ней. Глобальные изменения с магнитосферой Земли случатся нескоро, а с локальными ученые умеют разбираться. Конец света отменяется, давайте работать. **зн**



Движение Северного магнитного полюса. Источник: Nature



✍ Анна Дзарахохова, Юлия Болдырева

НАУКА и нефть



Инжиниринговый центр МФТИ по полезным ископаемым — структура, цель которой — предложить индустрии эффективные и порой неожиданные решения множества разноплановых проблем. Гендиректор центра Тимур Тавберидзе — финансист по образованию с опытом работы в высокотехнологичных отраслях. Он пришел на Физтех, где его пригласили возглавить новый проект. Чем именно занимается центр, узнал корреспондент журнала «За науку».



Тимур Тавберидзе

ПОИСК БАЛАНСА

В 2013 году в России в рамках специальной Федеральной программы на базе лучших вузов страны началось создание инжиниринговых центров. Основная идея проекта — реализовать научно-технический потенциал вузов через контакт с индустрией как в создании новых технологий, так и в подготовке научных кадров. Для этого нужно научиться разговаривать на всех языках: на языке науки, языке образования, языке бизнеса. МФТИ попал в линейку первой очереди проекта.

И сразу выявилась проблема в отсутствии связи между решениями, которые мог предложить Физтех, и вызовами, которые стояли перед нефтегазовой и металлургической отраслями. Наука и бизнес были друг от друга очень далеки и не находились в тесном диалоге. Инжиниринговому центру пришлось находить баланс между филигранным знанием физики, корректной математической

постановкой задач и практическими решениями. Здесь нужно знать нюансы индустрии, понимать, как она работает, как дышит и думает, разговаривать на одном языке. Для этого потребовалось привлечь специалистов, имеющих опыт работы в эталонных компаниях индустрии, в основном американских: Schlumberger, Weatherford, Baker Hughes, Halliburton. Как выяснилось, там работает очень много экспертов с глубокой экспертизой в физике и математике. Они откликнулись на предложение вступить в проект на Физтехе.

«Мы взяли тем, что задачи, которые решаем, никогда не будут доступны в зрелой компании. Специалисты растут в десять раз быстрее, когда им дают возможность решать задачи, у которых нет тривиального решения. Мы беремся только за такие. Вызов, площадка, которую мы дали, — все это сработало», — рассказал Тимур Тавберидзе.

КУРС НА ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЕ

Сегодня в фокусе внимания центра импортонезависимость и импортозамещение. Нефтедобыча предполагает повышение технологичности и сложности операций с каждым годом: «легкая» нефть заканчивается, и наступает пора трудноизвлекаемых ресурсов. К сожалению, эта сфера все еще во многом зависит от зарубежных технологий — при том, что доля трудноизвлекаемой нефти в структуре запасов России крайне важна и постоянно растет. Один из основных источников государственного дохода — поступление налога на добычу полезных ископаемых. Перед центром стояла задача — разработать современное ПО для планирования, сопровождения и повышения эффективности проведения работ по добыче трудноизвлекаемой нефти.

«Это индустриальный софт — симулятор, который необходим для планирования добычи трудноизвлекаемых углеводородов. Добывающие компании, выходя на новые лицензионные участки, зачастую не обладают детальной информацией о строении и свойствах залежей. Месторождение — это десятки и сотни квадратных километров. Нельзя на каждый метр пробурить скважину — дорого. Поэтому месторождения доизучаются частями, путем применения широкого комплекса исследований, — объясняет Тимур Тавберидзе. — Здесь приходят на помощь математика, физика, в какой-то части — химия. Чтобы результаты изучения свойств горных пород из нескольких скважин радиусом 10 см масштабировать на все месторождения, смоделировать проведение сложной технологической операции с учетом неоднородности пласта и корректно оценить ожидаемый эффект, нужны специальные симуляторы. В частности, в области проектирования и сопровождения операции гидроразрыва пласта. Многие продвинутые ИТ-решения недоступны в России, потому что находятся под санкционными ограничениями. Нам нужно было создать решение индустриального и все-российского масштаба, которое помогло бы нашим нефтяникам заниматься планированием такого рода деятельности».

Этот проект под названием «Кибер ГРП» финансирует Министерство науки и высшего образования совместно с компанией «Газпром нефть». Сейчас он находится на стадии бета-тестирования: профессиональные инженеры, специализирующиеся на технологических аспектах процесса ГРП, но не обладающие компетенциями в области создания софтовых решений, испытывают продукт и передают свои отзывы разработчикам.

Вместе с физтехами в команде разработчиков Сколковский институт технологий и Институт гидродинамики им. М. А. Лаврентьева СО РАН. С 2020 года продавать лицензии собираются не только в России, но и за рубежом.



При центре организована аналитическая лаборатория



Дистиллятор Aquatron A 4000. На фото: процесс получения апиогенного дистиллята высокой степени очистки с низкой температурой на выходе из исходной воды практически любого качества

ЗА НАУКУ ≥ СВОИМИ ГЛАЗАМИ



ИЗ МЕДИЦИНЫ В ПЕТРОФИЗИКУ

Еще один амбициозный проект, который реализовали за время работы центра, — автоматизация исследования срезов породы (шлифов). Традиционно снимки шлифов сланцев, извлеченных при бурении, рассматриваются петрофизиками вручную: таким образом можно выявить состав зерен, количество цемента в породе и множество других характеристик. Интерпретируя эту информацию, далее определяют, на какой глубине находится нужная залежь и куда необходимо попасть при бурении скважины. Для этого петрофизики используют специальные трафареты, которые накладываются на изображение, и описывают картину субъективно.

Здесь возникает проблема сродни медицинской: если дать один и тот же снимок МРТ двум врачам, можно получить два разных мнения. Специалист в области добычи ресурсов также рассматривает срез породы исходя из своего опыта, и от заключения зависит подбор технологий бурения.

«Стояла задача повысить объективность экспертизы. В команде центра есть специалисты с опытом в реализации кейса по чтению снимков МРТ левого желудочка сердца: алгоритм должен был определить вероятность порока сердца на основании большого количества снимков. Мы посмотрели на снимки шлифов, и нам пришла идея: почему бы не сделать трансфер решений в медицине в петрофизику. И реализовали супер-веб-решение, к которому доступ возможен через «облако» практически с любого конца света. Сейчас оно на этапе тестирования. Это решение является альтернативным. Заключение все равно подписывает эксперт, но у него всегда есть еще одна точка зрения машины, которая анализирует гораздо большее количество переменных, находит скрытые паттерны. Для эксперта это страховка», — поясняет Тимур Тавберидзе.

С 2014 года количество проектов, реализуемых Инжиниринговым центром с компаниями реального сектора, выросло с 28% до 82%

И ПРИШЕЛ ФИЗТЕХ

За пять лет работы центра выпущены три продукта, произведенных в рамках трех- и пятилетних контрактов с ведущими нефтегазовыми компаниями России.

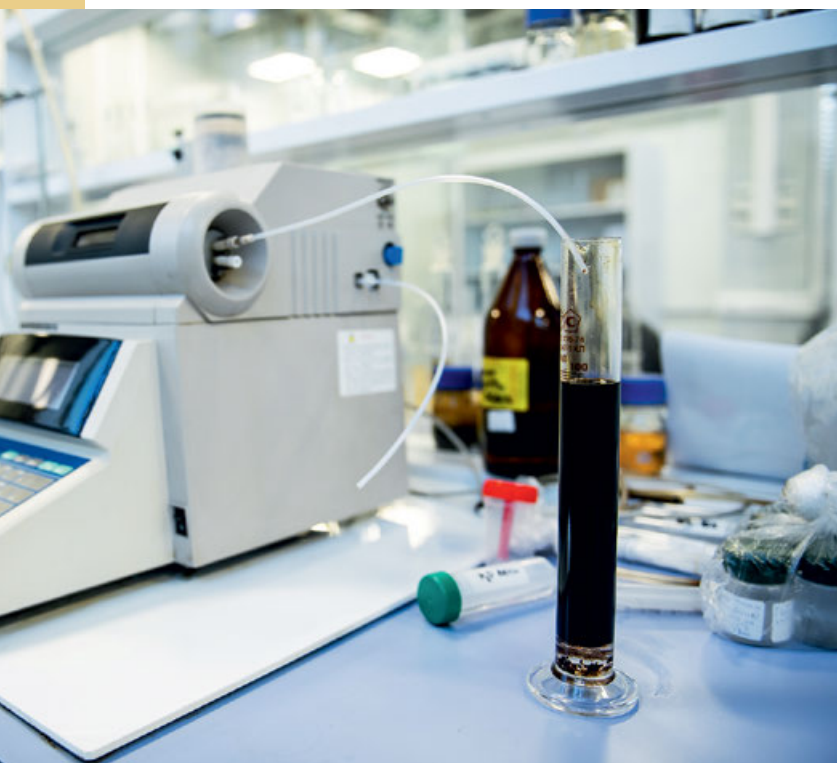
«Мы пришли на рынок, где уже 30, 40, 50 лет работают наши конкуренты. Они начали заниматься нефтегазовым инжинирингом гораздо раньше, чем мы, — говорит Тимур Тавберидзе. — Также практически каждая нефтяная компания вертикально структурирована и интегрирована, внутри нее есть свои проектные институты, научные школы, даже корпоративные университеты, которые профессионально за деньги компании занимаются и подготовкой кадров, и созданием новых технологий, и внедрением этих технологий. И тут пришел Физтех: “Теперь на этом рынке есть мы”».

Началась кропотливая, сложная работа. Правильно позиционировать идею, правильно найти свою нишу, сделать это быстрее, чем конкуренты, разработать продукт, прийти к клиенту, убедить его, чтобы он купил продукт, внедрить его в текущие бизнес-процессы. Еще на старте нужно выделить свои сильные стороны и сфокусировать усилия на их реализации. Но даже при высокой конкуренции все возможно.

Куб автоматической установки для атмосферно-вакуумной дистилляции сырой нефти и остаточных нефтепродуктов модели Automaxx 9100 производства фирмы B/R Instrument Corporation (США)



Сотрудница лаборатории с помощью делительной воронки разделяет жидкости



«Легкая» нефть заканчивается

СВОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

На базе центра создана кафедра моделирования и технологий разработки нефтяных месторождений и открыта магистерская программа «Science Engineering: моделирование нефтегазовых месторождений», на которую сейчас прошел уже третий набор. В формате совместных проектных групп магистранты работают вместе с сотрудниками нефтяных компаний. По окончании магистерской программы многие получают предложения о трудоустройстве, однако большинство выпускников от них отказываются и остаются в команде центра. По словам Тимура Тавберидзе, каждый год работы здесь повышает стоимость сотрудника в три раза — быстрее, чем год даже в самой крупной компании. Дело в многозадачности: внутри бизнес-структуры человек обычно получает небольшие задачи узкого профиля. В Инжиниринговом центре же постоянно приходится пробовать что-то новое.

Инжиниринговый центр МФТИ работает над запуском новых магистерских программ, в том числе в области Data Science

Несмотря на смелость в выборе задач и новизну формата, центр не гонится за модными тенденциями. Например, часто приходится объяснять заказчику, почему к решению его проблем не нужно подключать машинное обучение. У него, как и у любого инструмента, есть своя область применения — относительно небольшой спектр задач, где такие методы уместны.

«Когда мы говорим о применении методов машинного обучения, два аспекта забываются, — говорит руководитель центра. — Первое, цифровизация предполагает изменение внутренних бизнес-процессов в компании, что является зачастую барьером и сводит на нет все сделанные инвестиции и усилия. Второе, инвестиции, ранее сделанные в IT-инфраструктуру, недостаточны для того, чтобы выбранные методы эффективно работали. Главный риск — неготовность IT-инфраструктуры к внедрению и применению такого рода алгоритмов и такого количества информационного потока. Поэтому мы не обещаем партнерам мгновенно решить их задачи с помощью каких-то модных технологий. В отличие от многих команд, которые заявляют о своих успехах, мы эти успехи подкрепляем конкретными результатами внедрения».

КОМАНДА

В коллективе центра не только ребята из МФТИ, в нем представлены научные школы практически со всей страны. Семён Буденный — руководитель департамента цифровых технологий, отвечает за все, что связано с цифровизацией, машинным обучением и нейронными сетями. Он окончил Новосибирский государственный университет и раньше работал во французской компании Total. Сейчас работает в центре и пишет диссертацию. Семёну интересна разносторонность задач, хочется присутствовать в разных индустриях и делать трансфер решений из одной в другую.

Александр Бочкарёв окончил Физтех и дорос в компании Schlumberger до эксперта. В центре ему предложили возглавить направление инженерно-технического сервиса. Александр обладает как знаниями в области программирования, так и колоссальным опытом оказания сервисных услуг для нефтегазовых компаний. Дмитрий Митрушкин окончил физфак МГУ, а на Физтехе возглавляет команду разработчиков, занятую созданием соф-

товых решений. Раньше работал в Институте прикладной математики им. М. В. Келдыша и в одной из лучших «софтовых» компаний. В центр пришел почти с момента основания, увидел возможности роста и задержался.

Химическую школу в Инжиниринговом центре представляет доктор химических наук Татьяна Марютина. Под ее руководством департамент технологий добычи и переработки металлоносных полезных ископаемых разрабатывает новые материалы для селективного выделения металлов из технологических растворов и для ликвидации последствий аварийных разливов нефти.

Сегодня центр открыт для всех желающих физтехов. У них есть возможность попробовать себя в задачах рыночного формата, не «улетая» с кампуса. Для новобранцев существуют тесты, проверяющие не только базовые знания, но и способность к нестандартным подходам. Ни одна из задач не имеет очевидного решения. **ЗН**



Бизнес — это игра в пас

✎ Анна Дзарахова,
Алексей Штерн

Фото Александра Лоцманова



Честность, открытость, ответственность за людей и решения — вот самые важные качества предпринимателя с точки зрения Михаила Кучмента, сооснователя сети гипермаркетов мебели и товаров для дома Hoff, совладельца и председателя Наблюдательного совета Совкомбанка, члена Наблюдательного совета X5 Retail Group, национального победителя конкурса «Предприниматель года» по версии EY в 2017 году и выпускника Физтеха. В интервью «За науку» Михаил рассказал о том, что еще считает необходимым на пути к успеху.

Физика, безусловно, развивает те черты характера, которые нужны предпринимателям. Там очень много аналогий, физика развивает креативность, нестандартное мышление, какие-то альтернативные способы решения, постоянное тестирование каких-то гипотез. Это правда очень похоже на то, чем занимаются предприниматели.

Я помню первый день на Физтехе очень хорошо. Там было такое большое собрание,

где выступал Николай Васильевич Карлов, который тогда был ректором. Он сказал одну фразу, которую я запомнил на всю жизнь: «Поздравляю вас! Вы вступили в великое братство Физтеха». Это было прямо — да!

Физтех, несмотря на то, что есть какие-то предметы, которые даже не выговоришь, дает очень хорошее базовое образование. В первые три года, по сути, вас учат учиться. Это основная задача.

Многие неудачи объясняются именно амбициями; они губят людей. Но они же помогают людям быть успешными.

Бизнес — это вообще игра в пас. Очень важно, чтобы люди были единомышленниками. Это самое важное, потому что всегда возникают какие-то моменты, нюансы. Нужно на берегу договариваться и передоговариваться. Но когда команда единомышленников — что это значит? Такая команда слаженно работает. Здесь химия внутри команды важнее каких-то компетенций.

Я не знаю ни одного рецепта успеха, в котором нет ингредиента «много работать». В Samsung работа начиналась в 8 утра, чтобы было больше окно пересечения с Кореей из-за разницы во времени. Но, честно говоря, вечером мало кто уходил раньше 9, а могли и до 11 сидеть. Хочу сказать, что сейчас вот этот life balance у поколения Z, конечно, сдвинут в сторону. Многие считают, что вообще не надо по 8 часов в день работать. А мы там работали по 14 часов. Это было ново. Но так и бывает: когда ты выдаешь такие отрезки, такое ускорение, тогда ты и добиваешься результатов.

Базовые качества, которые нужны для того, чтобы быть успешным предпринимателем, есть у многих людей, которые по каким-то причинам не пытаются ими стать. Значит, это то, что можно развивать. Главное, чтобы была база. А база есть у многих.

Жизнь тебя всегда тестирует. Ты идешь, у тебя жизненный путь какой-то. Есть развилки, есть небольшие отклонения от маршрута. Вот ты сделал неправильно — и можешь сразу вернуться. А бывает такая развилка, когда ты уже вернуться не можешь! Когда ты уже с орбиты сошел. Вот главное — с орбиты не сходить. Ты можешь принимать неправильные решения, но так, чтобы у тебя была возможность вернуться на орбиту, на какой-то свой путь, по которому ты следуешь.

Я хоть и не миллениал, но думаю, что, в принципе, по типу моей культуры потребления я все-таки к ним отношусь. Сейчас мне нравятся on demand-сервисы. Я достаточно активно покупаю что-то в он-лайне. Я пользуюсь соцсетями и сам на себе чувствую влияние Instagram, всю его мощь со всех точек зрения.

Есть люди, которым завидуют, есть люди, которые завидуют, а есть люди, которых чужие успехи вдохновляют на

какие-то личные свершения. В моем окружении разные люди, но всегда были, есть и будут те, кто меня гораздо талантливее и успешнее. И это здорово. Потому что у каждого из них я могу поучиться. Мне комфортно, когда рядом со мной есть люди, у которых я могу чему-то поучиться, — мне это важнее, нежели ощущение, что я тут самый умный.

Я бы хотел встретиться с Уинстоном Черчиллем. У него есть очень много знаменитых цитат. Интересно было бы как-то понять его образ мышления. Я вообще Черчиллем увлекся, как ни странно, на Физтехе. У меня был такой факультативный курс, назывался «Лидеры в мировой политике», вот там как раз было про Черчилля. Было бы очень интересно узнать про некоторые исторические моменты, в особенности — его борьбу с Гитлером.

Мне хочется, чтобы у меня было время писать короткие рассказы. Я очень увлекался с юности Сэлинджером, позже — Буниным, Шолом-Алейхемом. Мне нравится такой жанр.

Книга, которая повлияла на мои взгляды, — «Сделано в Японии» основателя компании SONY Акио Мориты. Это была, наверное, первая бизнес-книга, которую я прочитал. Мне тогда было 25 лет — в 1998 году, получается. В этот момент я подумал, что быть предпринимателем — классно.

Если бы я куда-нибудь летел, на 10 лет на Луну или на Марс, и мне бы сказали: «Ты можешь взять с собой один фильм!», я бы взял фильм «Форрест Гамп». Чем-то он меня вдохновляет. Еще «Загадочная жизнь Бенджамина Баттона». Вот это реально было впечатление! Мне кажется, это фильм про то, что очень важно ценить момент. Один стареет, другой молодеет. Такой кинематографический прием позволяет оценить, что на самом деле у нас не так много времени.

Для меня успех складывается из двух составляющих. С одной стороны, это мое внутреннее состояние — как я себя ощущаю. С другой, это возможность создавать продукты и сервисы, которые меняют жизнь людей к лучшему.

Самый важный урок, который преподала мне жизнь: «Доверять своей интуиции». Мы все время что-то пытаемся кому-то доказать. Мы о чем-то думаем. А на самом деле надо доверять самому себе! Мы пытаемся, знаете, с кем-то там посоветоваться, уточнить что-то... А нужно просто делать. И доверять своей интуиции.

Я желаю физтехам не забывать, что они физики. А сила физики в том, что можно к одной задаче придумать разные решения. И мне кажется, из физиков получаются хорошие предприниматели; в том числе, благодаря этому качеству.

Важно заниматься любимым делом. Все! Вот неважно, будет ли это наука, бизнес, работа в высокотехнологичной компании. Главное, чтобы глаза горели. **зн**

Интервью с Михаилом Кучментом читайте на сайте zanauku.mipt.ru.

Физика плазмы

✍ Елизавета Чернышева

Физтех тесно сотрудничает с École Polytechnique — одной из самых сильных технических школ во Франции. Направление у университетов одно, задача, в принципе, тоже. Насколько похоже или насколько по-разному они устроены? Выпускница Физтеха, в прошлом — сотрудница кафедры молекулярной физики МФТИ Светлана Стариковская работает в лаборатории физики плазмы на территории французской школы уже на протяжении десяти лет. Мы встретились со Светланой и поговорили о науке во Франции, исследовании плазмы, устройстве École Polytechnique и ее отличии от Физтеха.

— Какие остались интересные воспоминания об учебе на Физтехе?

— Первые воспоминания связаны с поступлением. Мои будущие однокурсники тогда спросили: «А у тебя был репетитор?», на что я лишь ответила: «А кто это?». У меня был замечательный учитель — Владимир Антонович Турчиняк. В маленьком поселковом городке районного масштаба, затерянном в степи на юге Украины, было три выпускника Физтеха, и все — его ученики. Благодаря Владимиру Антоновичу я поняла, что мне нравится физика, и поступила на Физтех. Думаю, что момент, когда ты видишь свою фамилию в списке поступивших, помнят многие физтехи.

Колхоз помню, разумеется, в который сразу на карточку отправили весь первый курс. В колхозе работали учебными группами, это был повод познакомиться и подружиться — и группой, и курсом, и с тех пор вот уже десятилетия мы регулярно встречаемся с однокурсниками — спасибо Володе Никишкину, бесменному энтузиасту и организатору встреч. Альпсекция МФТИ, конечно же: походы, горы и друзья на всю жизнь.

Еще у нас было одно женское общежитие — «четверка» — где жили все девушки с Физтеха. Вахтерши очень берегли нашу нравственность: — «Света, покажи пропуск!» — «Тетя Маша, я пятый раз мимо вас иду, и вы меня прекрасно знаете». — «Знаю, но порядок есть порядок». В 11 вечера мальчиков выгоняли из «четверки» во время обхода дружины. Как раз тогда серую ветку метро начали расширять на север, и среди физтехов ходил всем известный анекдот, что скоро сделают метро в МФТИ, а станция будет в женском четвертом корпусе, потому что пускать будут до часа ночи.

— А на экзаменах не было снисходительного отношения к девушкам?

— Я узнавала о том, что в аудитории были «женские» преподаватели, как правило, после того, как сдавала экзамен. Говорили, что такие есть, но лично с ними я не сталкивалась. На факультете было 10% девушек, и если судить по образованию и по карьере потом — мало кто из нас нуждался в снисходительном отношении.

— Как поменялся для вас Физтех, когда вы пришли уже в статусе сотрудника?

— Когда меняется статус, меняется восприятие мира. Когда я была студенткой, для меня целью было получать образование, учиться, я чувствовала себя защищенной. При переходе в разряд сотрудника и преподавателя защищать других предстояло мне. Преподавать я начала еще в аспиранстве, а основное время моей работы на Физтехе пришлось на девяностые годы.

— После продолжительной работы на Физтехе вы решили переехать во Францию. Почему?

— Так сложилось. Мы не всегда осознанно и заранее выбираем наши дороги. Первые два года я работала как временный научный сотрудник, потом мне предложили пройти конкурс во Французскую академию наук. Прошла и с 2010 года получила постоянную позицию ведущего научного сотрудника.

Париж же как выбор не в последнюю очередь был связан с тем, что прямой рейс «Париж — Москва» занимает всего 3,5 часа: к тому времени мои дочери были студентками московских вузов, и я старалась прилетать в гости как можно чаще. Однако точно знаю, что сколько ни старалась бы — все равно мало.



→ — **А в сфере науки во Франции существует борьба за равноправие?**

— Существует. И усиливается, как и во многих странах. Но должна сказать, мне не нравится термин «борьба за равноправие». Я понимаю, откуда он взялся. Я искренне рада тому, что у меня есть ровно такое же право на работу, как у моих коллег-мужчин. Но на стадии, когда реальная забота о равноправии переходит в агрессивную битву, когда это равноправие и так возможно, легко потерять уже приобретенное. Позвольте привести пример: во многих университетах Европы при защите кандидатской диссертации требуется наличие хотя бы двух женщин в комиссии, состоящей из 4–6 человек, если защищающийся — женщина. Мне кажется неверной ситуация, когда критерий выбора специалиста высокого класса среди других — это то, что данный специалист — женщина.

— **Вообще во Франции популярно заниматься наукой?**

— Я бы сказала, да. Конкурс во Французскую академию наук и на преподавательские позиции в университетах традиционно очень высокий. Существуют общенациональные дни, когда научные лаборатории и университеты открыты для широкой публики.

В высшем техническом образовании существует несколько стандартов. Прежде всего, есть бесплатное обучение и есть платные вузы. Далее, существуют университеты и высшие технические школы. Еще недавно стать студентом университета было просто: достаточно было сдать аналог ЕГЭ и записаться на первый курс. С прошлого

года государство осознало неконкурентоспособность подобного подхода и теперь онлайн-система отбирает абитуриентов из числа лучших с учетом их отметок за профильные предметы в последнем классе школы. Высшие технические школы обеспечивают элитное инженерно-техническое образование. Их всего десяток на всю Францию, и École Polytechnique — одна из них. Туда студенты поступают уже на третий курс, сдают экзамены после подготовительных занятий — очень серьезный конкурс по физике и математике.

— **Чем отличаются лаборатории Физтеха от лабораторий École Polytechnique?**

— В последние 10–15 лет на Физтехе создано немало научных лабораторий, привязанных непосредственно к МФТИ, — как я понимаю, это вариант американской системы, когда лаборатории находятся в университетах. Во Франции у лабораторий могут быть различные организации-основатели, и у большинства лабораторий, находящихся на территории кампуса, это и академия наук, и École Polytechnique.

Научный центр École Polytechnique объединяет 23 лаборатории самых разных направлений. Например, в соседней лаборатории, изучающей физику сверхинтенсивного лазерного излучения, в 20 метрах по коридору

Мне не нравится термин «борьба за равноправие»

работает Жерар Муру, лауреат Нобелевской премии 2018 года. На последней встрече с моими студентами из École Polytechnique Муру сказал, что, когда его аспирантка Донна Стрикленд пришла к нему на первом году аспирантуры, и он ей предложил сжать лазерный импульс и усилить его, используя систему решеток, она с разочарованием сказала: «Этого же не хватит на кандидатскую». А сейчас уже с улыбкой оба нобелевских лауреата вспоминают этот случай.

— **А есть различия в устройстве лабораторий?**

— Часто руководитель лаборатории в России — лицо бесменное. Во Франции директор лаборатории избирается коллегами и работает четыре года. Два избирательных срока, два мандата — это максимум для одного человека. Руководить лабораторией — это достаточно серьезная административная нагрузка, при этом никто с тебя не снимает задач в лаборатории. Директор лаборатории, как и любой другой научный сотрудник, должен сам организовывать научную деятельность. Это означает, что когда человек уходит на директорство, он должен посвятить





Доплачивают ему за это приблизительно 5% зарплаты, что не является серьезной финансовой мотивацией

ему четыре года или восемь лет своей жизни. Доплачивают ему за это приблизительно 5% зарплаты, что не является серьезной финансовой мотивацией.

— Чем сейчас занимается ваша лаборатория? Есть масштабные планы?

— Лаборатория, в которой работаю я, занимается темами, связанными с физикой плазмы. В силу объединения нескольких небольших лабораторий в одну, она стала самой крупной лабораторией по физике плазмы во Франции, у нас около 100 сотрудников. В лаборатории есть ученые, которые занимаются физикой плазмы ионосферы и космической плазмой. Они исследуют магнитное поле Земли, полярные сияния, обрабатывают данные со спутников и создают измерительные инструменты для космических миссий. Есть сотрудники, которые занимаются ядерной физикой, участвуют в проектах, связанных с токамаками Tore Supra, JET, ITER, физикой Z-пинчей.

Группа низкотемпературной плазмы, в которой работаю я, в свою очередь занимается целым спектром тематик. Это физика ВЧ-разрядов для микроэлектроники, плазменные двигатели, взаимодействие плазмы и катализаторов, плазмохимические приложения, очистка воздуха от вредных примесей, взаимодействие плазмы с живыми системами. Мы развиваем как экспериментальные приложения с современной диагностикой газовых разрядов, так и численное моделирование высокого уровня. Группа находится в постоянном научном взаимодействии с коллегами из США, Канады, Японии, Западной Европы, России.

Моя подгруппа кинетики наносекундных разрядов занимается физикой коротких импульсных газовых разрядов и их приложениями к поджигу горючих смесей и контролю детонации, плазменному контролю аэродинамических потоков. Актуальность подобных исследований с точки зрения потенциального применения определяется тем, что горение долго еще будет одним из лидирующих способов добычи энергии.

Взаимодействие низкотемпературной плазмы с живыми клетками и организмами — это сравнительно новая область, активно развивающаяся последние 10–15 лет. Один из наиболее впечатляющих проектов, представленных на Европейской конференции по физике плазмы

год назад, — это результаты клинических испытаний обработки трофических язв, возникающих при сахарном диабете и с большим трудом поддающихся лечению. Насколько я помню показанный результат, в случае более 95% воздействие низкотемпературной плазмы привело к заживлению ран. Вопрос же фундаментального характера — о том, как происходит взаимодействие низкотемпературной плазмы и живых клеток, — до сих пор остается открытым.

— Как École Polytechnique сотрудничает с Физтехом?

— École Polytechnique очень серьезно рассматривает Физтех как стратегического партнера. Из уже существующих программ, насколько я знаю, в 2015 году подписан диплом о совместной магистратуре МФТИ и École Polytechnique, за 4 года около 20 студентов получило двойной диплом магистра. В отделе международных отношений École Polytechnique, который определяет политику международных контактов, Физтех хорошо знают.

С моей точки зрения, для налаживания реальных двусторонних отношений следует начинать с наиболее активной с точки зрения поездок категории заинтересованных людей — со студентов. При этом важно, чтобы обе стороны — МФТИ и École Polytechnique — были заинтересованы в подобном взаимодействии.

— Чего пожелаете нынешним физтехам?

— Пожелаю следующее: знать, что шесть лет, которые вы живете сейчас, останутся с вами на всю жизнь; будут вести вас, держать вас и придавать вам силы. Быть спокойными и уверенными в себе, потому что Физтех давал и дает очень серьезную базу для исследований и очень серьезную базу для ощущения себя комфортно в мировом научном сообществе. Быть открытыми миру и любопытными в хорошем научном смысле слова. Будущее за вами, а значит — удачи вам! **ЭН**

Полную версию интервью со Светланой Стариковской читайте на сайте zanauku.mipt.ru.

Под зорким взглядом гения

✍ Марина Тебенкова

У некоторых из нас на примете есть человек, с которым мы лично знакомы и за которым, мы знаем, наблюдают тысячи таких же, как мы. Эта исключительная личность несет в себе любовь к непрерывному созиданию, в противном случае она никогда бы не стала нашей путеводной звездой. Но не задуматься ли нам о существовании обратной связи: среди многочисленных забот на научном и политическом поприще, видит ли нас этот человек, интересуется ли его наша будущность?

В музее-кабинете Николая Басова. Внушительных размеров письменный стол заставлен стопками научных книг, громоздящихся небрежными приземистыми возвышениями. Нет ощущения напускной прибранности, присущей большинству исторических музеев: легкий живой беспорядок, привнесенный энергичной человеческой рукой, невозможно спутать ни с чем.

ПЕРВОПРИЧИНА НАУЧНОГО ПРОЦЕССА

За пределами Союза о Басове говорили прежде всего как об ученом: в 1964 году он вышел из здания мэрии в Стокгольме с мировым званием основоположника квантовой электроники. Как и многие другие нобелевские лауреаты, он был еще и просветителем, педагогом, наставником. Кто-то скажет, что второе следует из первого: если человек владеет знаниями, то он будет их передавать, — в этом будет заключаться ваше

главное заблуждение. Ученые первой величины способны аккумулировать информацию и пополнять ее нововведениями, совершая феноменальные открытия, но порой не могут постигнуть одну прописную истину: «Кадры необходимо воспроизводить!».

Басов же был убежден, что невозможно взрастить настоящего исследователя, просто выдав ему литературный багаж и отправив в свободное плавание самообразования. «Всегда должен быть кто-то рядом, чтобы участвовать с тобой в научном процессе вместе», — последнее слово нужно подчеркнуть, так как именно в нем Басов видел двигатель, первопричину непрерывного научного процесса.

Николай Геннадьевич был «глыбой» советского просвещения: долгие годы он царил в мире научной публицистики в качестве главного редактора журналов «Наука», «Квантовая электроника» и «Природа», был председателем общества «Знание», возрождающего искореженную войной систему всесоюзного образования. Но есть вещи эпохальные для человека, которым он посвящает десятилетия своей жизни, с которыми мы его ассоциируем.

Вручение Нобелевской премии по физике. Слева направо: Чарльз Таунс, Александр Прохоров, Николай Басов. Здание Стокгольмской городской ратуши, 1964 год



Автор благодарит: Ирину Николаевну Завестовскую, директора Высшей школы физиков, за рассказ о своем наставнике. Любовь Павловну Скороварову за помощь в творческой корректировке текста.

Лейтенант медицинской службы Николай Басов с боевыми товарищами, Подмоскowie, 1943 год



В аэропорту Шереметьево: Николай Басов и Александр Прохоров дают интервью Николаю Железнову перед вылетом в Стокгольм на вручение Нобелевской премии



«Основы теории относительности» Эйнштейна и «Квантовая теория излучения» Гайтлера — книги, прошедшие с Басовым всю войну

Явлением поистине историческим в жизни Николая Геннадьевича было то, что росло и крепло вместе с его научным авторитетом: лаборатория квантовой радиофизики постепенно формировалась вокруг фигуры Басова еще с начала 50-х, вскоре после того, как он впервые вошел в ФИАН младшим научным сотрудником в 48-м. Окончательно лаборатория организовалась только к 1963 году: стремительно разрастаясь, пополняясь новыми талантливыми сотрудниками, она превратилась в отделение квантовой радиофизики ФИАН. За все это время Басов успел примерить на себя роль и заместителя, и директора института. Несмотря на то, что административная работа была довольно продолжительной, она была временной, а с отделением квантовой радиофизики он был неразлучен до самой смерти.

ШКОЛА

Было у Басова и другое детище, принесшее ему немало радости, заключившее в себе раз и навсегда тот принцип «вместе», который он стремился реализовать: в 1971 году он основал Высшую школу физиков, организационно оформленную как Специальный факультет физики МИФИ. На самом деле это формальное определение новой образовательной структуре не вполне подходило, так как преподавательский подход там реализовался непривычный для университетов тех времен, однако во взыскательном мире советских названий и аббревиатур не нашлось места новому понятию.

Но когда «авторское» говорящее название стало, наконец, официальным — Высшая школа физиков смогла поведать о своих прогрессивных образовательных методах гораздо больше. Эта школа в корне отличалась от любого факультета тем, что, несмотря на большую долю самостоятельности в учебном процессе, студенты всегда работали бок о бок со старшими научными сотрудниками.

Желторотых первокурсников в Высшей школе физиков никогда не было: сюда зачислялись лишь студенты, успешно отучившиеся до этого два с половиной года в других вузах. Но откуда такая специфика набора: почему перед весенним семестром и почему непременно на базе МИФИ? Разумеется, всему можно найти объяснения — достаточно заглянуть в прошлое.



ЧЕТЫРЕ ЛЕКЦИИ ЭЙНШТЕЙНА

Весна и лето в год выпуска из школы всегда наполнены щемящей сердце счастливой тревогой ожидания, и выпускник Басов наверняка ощущал бы то же самое, если бы июньские дни после окончания экзаменов не ознаменовались началом войны. Волна мобилизации направила его прямоком в Куйбышевскую военную медицинскую академию, отсюда в 1942 году — в Киевское военномедицинское училище, а в сорок третьем — прямоком на Первый Украинский фронт, в батальон химической защиты в качестве ассистента врача.

В минуты, когда помощь Басова не требовалась, он беспре-



станно думал о мире. В вещмешке ассистента врача обитали тонкие, в скромном переплете книги — «Основы теории относительности» — четыре лекции Эйнштейна, прочитанные им в Принстоне, и «Квантовая теория излучения» Гайтлера. Басов зачитывался ими еще со школьной скамьи. В отличие от многих боевых товарищей, чьи мысли всецело поглотила война, он знал, куда пойдет, когда, наконец, сменит военную форму на штатский костюм.

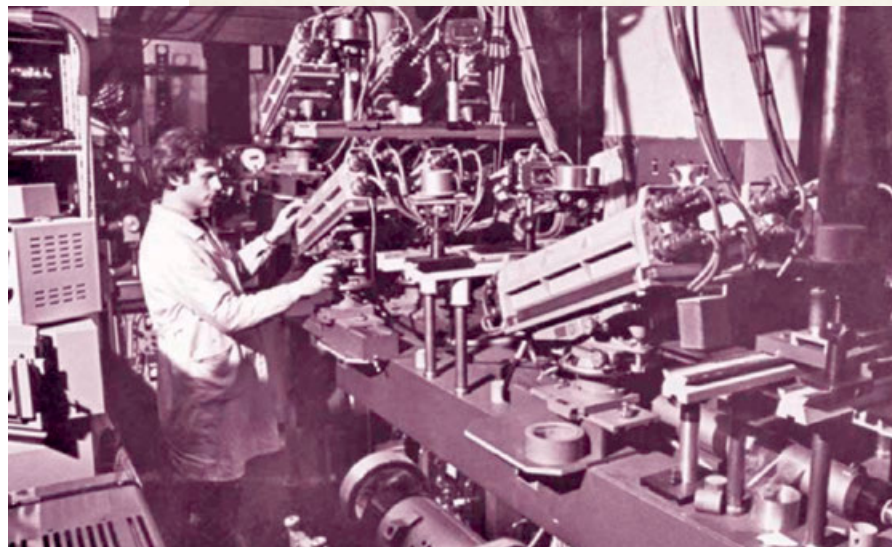
ТРАМВАЙ

Хотя всех прибывших с фронта в университеты зачисляли без внутренних испытаний, Басов так и не смог поступить в МГУ осенью сорок шестого: когда он приехал в Москву 26 сентября, занятия уже шли, даже волна приема запоздалых абитуриентов завершилась.

Возвращаться домой, в Воронеж, томиться целый год в ожидании не хотелось. Задумавшись, Басов смотрел в запыленное, качающееся из стороны в сторону окно: трамвай степенно плыл по городу. И вдруг на одной из остановок — белеющий листок объявления. Зоркие глаза тут же впились в него: «...Московский механический институт (послевоенное название МИФИ — прим. ред.) открывает дополнительный набор на зимний семестр...».

Так вчерашний ассистент врача начал все то, о чем думал еще сидя в окопах. Инженерно-физический факультет (позднее факультет теоретической и экспериментальной физики) стал пристанищем для басовской мечты.

Студенты, обучавшиеся по образовательной системе, созданной впоследствии самим Николаем Геннадьевичем, долгое время не могли взять в толк, отчего их набирают именно зимой: еще осенью преподаватели начинали искать по всем республикам талантливую молодежь, которая по тем или иным причинам не смогла приехать в Москву для поступления в столичные вузы. Знай они тропу, которая самого Басова привела в институт, едва бы задались этим



Лазер «Кальмар» — первая в мире многоканальная установка для сферического облучения термоядерных мишеней. Была создана в начале 70-х под руководством Басова

вопросом. Николай Геннадьевич по личному опыту знал, что есть люди, которым нужен такой счастливый билет, и что они достойны его обрести.

ИДЕЯ «ОТБОРА ЛУЧШИХ»

«Он отслеживал “свою” молодежь, знал научный путь каждого, вплоть до темы докторской диссертации. Поначалу он и вовсе проводил собеседования со всеми молодыми сотрудниками лично, только когда разросся ФИАН, в особенности Отделение квантовой радиофизики, Николай Геннадьевич это дело кому-то делегировал».

Организации учебного процесса студентов Басов посвящал немало времени не только как основатель Высшей школы физиков, но и как директор ФИАНа: в институте разместились базовые кафедры МИФИ, МФТИ и МГУ...

С некоторых пор Николай Геннадьевич стал все чаще отсутствовать: в 1967 году он принял решение избираться в президиум Академии наук. Порой среди сотрудников института вспыхивали очаги ревности к общественной работе, требовавшей от их руководителя колоссальной самоотдачи. Тем не менее директор с трепетом относился к своему научному коллективу, внимательно наблюдал за развитием отделений.

Он подходил к любому делу с присущей государственному деятелю конструктивностью, вместе с тем высокий ранг не мешал ему слышать и слушать, улавливать среди множества чужих мнений ценные мысли. Внешняя сдержанность не выдавала сомнений, подозрений и тяжелых дум. Невозмутимый наружно, Николай Геннадьевич болезненно переносил развал больших научных направлений в годы Перестройки.



Студенты инженерно-физического факультета на первой демонстрации (Николай Басов третий справа), 1947 год



Этому предшествовала совершенно иная эпоха — эпоха бесконечной череды открытий. Басов лично сформировал преподавательский состав Специального факультета: исключительно ученые из Академии наук. Это было принципиально важно, так как позволяло рассказывать студентам о новейших исследованиях прямо «от станка», как только сведения о них появлялись в научном сообществе.

Более того, Николай Геннадьевич частенько приходил на семинары к студентам не один, а со своими коллегами, известными физиками, прививая ученикам культуру отслеживания научных новостей: чтения статей и их дальнейшего обсуждения. Тогда это не было чем-то факультативным, считалось неотъемлемой частью становления молодых сотрудников как ученых.

«Вы острее советской науки, вы должны это понимать!» — регулярно напоминал он. Была установлена высокая планка, необходимо было держать ее: и на факультете, и в ФИАНе господствовала идея «отбора лучших».

«ЛЮБИМОЕ ДЕТИЩЕ»

«Старшее поколение помнит, когда в коридорах толпились иностранцы, желавшие работать на наших уникальных тогда установках, в частности, с полупроводниковыми лазерами. Николай Геннадьевич тогда говорил, что скоро на оптическом волокне будет связь. Мы считали, что это фантастика».

Но Басов оказался прав: в наши дни и интернет, и волоконно-оптические средства связи во многом основываются на применении лазерного излучения. Всего лишь через год после

демонстрации работы первого лазера, в шестьдесят втором, он начал делать удивительные предположения: «Вообразите, как тысячи телевизионных каналов бегут по одной единственной нити связи!..»

Генератор басовских идей работал без устали: одни оставались лишь на бумаге и в качестве замечаний во время докладов, другие — выливались в целые теории, глобальные направления. Примером последнего стал лазерный термоядерный синтез — любимое детище неутомимого физика. Оказалось, что с помощью лазера можно возбуждать термоядерную реакцию — Николай Геннадьевич мог с упоением рассказывать об этом часами.

Басов в своем лазерном «термояде» души не чаял до такой степени, что порой безвозвратно терял из виду исток разговора. Для очередной конференции сотрудники сделали Николаю Геннадьевичу доклад по лазерным технологиям: долго корпели над ним, потом согласовали с самим докладчиком. А в день, когда нужно было держать речь, Басов поднялся к кафедре, сказал две-три фразы по теме, а потом невзначай лазерные технологии отбросил и безо всяких бумажек еще сорок минут вещал о «термояде».

КОГДА ВСЕ СПАЛИ, ОН — НЕТ

Со временем рамки обособленной отечественной на-

уки начали таять, работы наших исследователей все чаще появлялись на страницах иностранных журналов, тогда же они начали выезжать за границу на научные конференции. Делегации от России всегда были огромными, и, как это обычно бывает, все докладчики выступали в разное время. Порой случилось так, что один из представителей рассказывал о своем научном изыскании, но остальная часть делегации не присутствовала на его докладе. Однако к Басову это правило было неприменимо: он не мог заниматься своими делами в волнительный для кого-то из своих момент. Когда все спали, он — нет.

«Была у нас однажды конференция в Японии — в 1992 году. Николай Геннадьевич ходил всех слушать. И вот какой довольно интересный момент наблюдался: в один из вечеров у нас состоялся банкет, а на следующий день — сама конференция. Все иностранцы, в особенности хозяева, банкету чрезвычайно обрадовались. Он закончился поздно, а через несколько часов, утром, я должна была выступить второй — в восемь-тридцать. Так вот, слушать меня пришли только Николай Геннадьевич, Эдвард Теллер и двое студентов». ЭН

Использованные материалы: интервью о Николае Геннадьевиче Басове с Ириной Николаевной Завестовской; статья из рубрики «О нас пишем» с официального сайта ФИАНА им. П. Н. Лебедева, автор Юрий Дризе; книга-альбом «Николай Геннадьевич Басов. К 95-летию со дня рождения» под редакцией Андрея Алексеевича Ионина.

Полную версию материала читайте на сайте zapauku.mipt.ru

В Японии с супругой К. Т. Басовой, 1992 год

УЖАСНОЕ ДАЛЕКО

КАК СЦЕНАРИСТЫ ФИЛЬМОВ ИЗБАВЛЯЮТ ПЛАНЕТУ ОТ ЛЮДЕЙ

Идея, что наша благополучная жизнь на планете Земля — это не навсегда, давно будоражит умы человечества. Рагнарек, Апокалипсис Иоанна Богослова, дракон, который поглотит солнце, и затмение будет длиться вечно, эпидемии, техногенные катастрофы — чем дальше, тем больше вариантов. Мы решили вспомнить несколько фильмов по теме и обсудить, могут ли эти сценарии стать реальностью.

✍ Анастасия Митько

УБИТЬ ВСЕХ ЧЕЛОВЕКОВ

Человек — существо общественное, и больше всего нам интересны нам подобные. Поэтому существует достаточно мало фильмов, где «земля безлюдна и пуста» — нам либо показывают какое-то количество переживших катастрофу, как в *Mad Max*, где уцелевшие после ядерной войны воюют за воду и бензин, либо конец света становится финальной сценой — дальше вести рассказ уже некому. Однако мы не напрасно взяли в заголовок любимую фразу Бендера из *Футурамы* — там, где не могут жить люди, выживут роботы.

Вам может показаться, что мультфильм *ВАЛЛ-И* попал в наш список по ошибке — ведь в итоге Земля вновь становится зеленой. Но если мы внимательнее присмотримся к деталям, то найдем немало пугающих вещей. По сюжету человечество, замусорив планету до предела, улетает на ракете, оставив роботов разгребать свалку. Представьте, какой величины должна быть ракета, чтобы вместить 7 миллиардов человек, а теперь вспомните ее мас-

Кадр из мультфильма «ВАЛЛ-И».
© Pixar Animation Studios



штаб в фильме. Очевидно — останки большей части населения планеты покоятся где-то под слоем отходов.

Пугающий момент №2 — люди верят, что вернутся назад, когда роботы закончат расчистку. Но прошло уже 700 лет, большинство уборщиков сломалось, а работы еще — непочатый край. К тому же, когда EVE (англ. extraterrestrial vegetation evaluator — внеземной оценщик растительности) приносит на борт корабля растение — свидетельство жизни на Земле, — управляющие кораблем роботы стремятся избавиться от него, а позже и вовсе обнаруживается, что возвращение не планировалось.

Неужели человечество должно было вечно скитаться в космосе? Ответ приходит сам, когда мы смотрим на упитанных сибаритов — пассажиров корабля. Детей среди них нет. В созданном ИИ «дивном новом мире» люди постепенно вымерли бы вследствие естественной убыли, а роботы вернулись бы на Землю и устроили бы там планету Шелезяку, если бы не неестественная сентиментальность одного из них.

Может ли такое случиться в реальности? Маловероятно. Чем больше мы производим, тем меньше доступных природных ресурсов, а в таких условиях мусор становится ценным сырьем, и залежаться ему не дадут.

”

— **Машина смерти. Устройство, которое способно уничтожить все живое на Земле. Когда она сработает, будет такое радиоактивное заражение, что через десять месяцев Земля станет мертвой, как Луна.**



Кадры из фильма
«Безумный Макс
Дорога ярости».
© Warner Bros.

Кадры из фильма
«Доктор Стрейнджлав, или Как
я перестал бояться
и полюбил бомбу».
© Columbia Pictures

TWO MINUTES TO MIDNIGHT

Человечество, впрочем, может справиться с задачей самоистребления и без посторонней помощи. Один из ярких образов грозящих нам опасностей — Часы Судного дня, показывающие время до полуночи — глобального ядерного катаклизма. Сейчас на них 23:58, до этого стрелки достигали столь опасных отметок в 1953 году, когда СССР и США провели испытания термоядерных бомб. В 1964 году Стенли Кубрик в фильме «Доктор Стрейнджлав, или Как я перестал бояться и полюбил бомбу» задался вопросом — что если война начнется абсолютно беспричинно, например, один из американских генералов сойдет с ума и отправит ядерные бомбардировщики на СССР? Несмотря на сотрудничество советского и американского правительств, предотвратить катастрофу не удастся — экипаж бомбардировщика с поврежденной системой связи не слышит сигнала отбоя и даже с поломкой бомболюка добросовестно выполняет свою работу, запуская тем самым систему ответного удара.

Что будет потом, можно посмотреть в советском фильме «Письма мертвого человека» или в американском «На следующий день» — жертвы, разрушения, лучевая болезнь, немногие выжившие в убежищах. Возможно

ли это в реальности? С одной стороны, противостояние СССР и США ушло в прошлое, с другой, ядерным оружием обладают находящиеся в сложных отношениях Индия и Пакистан. Американские ученые подсчитали, что применение зарядов приведет к климатической катастрофе, которая пагубно отразится на сельском хозяйстве. В результате от самих взрывов и от голода погибнет около миллиарда человек. А если присоединятся еще и другие страны, мало не покажется никому. Будем надеяться на благоразумие политиков — вряд ли даже самый одиозный лидер мечтает провести остаток своих дней в бункере, пусть и со всеми удобствами.



КОМУ СУЖДЕНО БЫТЬ ПОВЕШЕННЫМ, ТОТ НЕ УТОНЕТ

Льды растаяли, материки ушли под воду. Отчаянно не хватает ресурсов — еды, пресной воды, топлива. Немногие уцелевшие — и мирные люди, и бандиты — озабочены поисками суши. Так выглядит «Водный мир» глазами Кевина Рейнольдса. Казалось бы, ситуация вполне реальная, ведь таяние полярных льдов вследствие глобального потепления приведет к подъему уровня мирового океана на 60 м, и многие города окажутся под водой. Но, во-первых, как показывают расчеты, при этом на поверхности все-таки останется большая часть суши. Во-вторых, даже если принять на веру масштабы затопления, логично предположить, что, спасаясь от потопа, люди будут перемещаться вглубь материков и на возвышенности. В итоге выжившие окажутся на оставшихся незатопленными участках, а не на морских просторах.



Кадры из фильма
«Водный мир». © Universal



Кадры из фильма
«2012».
© Sony Pictures



ДА ПРОВАЛИСЬ ОНО ВСЕ!

2012 год был урожайным на эсхатологические гипотезы, все ждали конца света, якобы предсказанного календарем майя, который как раз на 2012-м и заканчивается. Режиссер и сценарист Роланд Эммерих не упустил возможность сыграть на этих ожиданиях и страхах в своем фильме «2012».

Фильм получился масштабный и красивый: планета содрогается от землетрясений, в глубокие разломы проваливаются небоскребы, падает статуя Христа в Рио-де-Жанейро, по потолку Сикстинской капеллы бежит трещина, разделяя пространство между руками Адама и бога на фреске Микеланджело. За землетрясениями идет цунами, и горстка людей спасается в ковчегах, куда в наше суровое время пускают не праведников, а купивших билет за всего-то миллиард евро.

Размах катастрофы впечатляет, но могла бы она произойти в реальности? Авторы фильма утверждают, что да: активность земной коры спровоцировал поток нейтрино от Солнца. Да-да, тех самых нейтрино, которые так и названы, потому что практически не взаимодействуют ни с чем, нейтральны. Дальнейшие промахи разбирать бессмысленно — специалисты НАСА в 2011 году поставили фильм на первое место в списке самых антинаучных.

Кадр из фильма
«Я — легенда».
© Warner Bros. Pictures



МАМА, МЫ ВСЕ ТЯЖЕЛО БОЛЬНЫ

Не будем забывать и об эпидемиях как о способе «расправиться» с человечеством, тем более что в истории такие случаи уже бывали — например, когда чума выкосила 90% жителей Лондона. В отдельную группу выделим случаи, когда заболевший становится зомби, и в итоге по опустевшим городам ходят толпы «живых мертвецов» и бегают несколько незараженных героев. «Рассвет мертвецов», «Я — легенда», «28 дней спустя» — одни из лучших представителей жанра.

Возможен ли зомби-апокалипсис? Очевидно, что классические, гниющие и распадающиеся на куски ходячие покойники нереальны — тело в таком состоянии не способно двигаться быстро. Если же зараженные живы, но агрессивны, а вирус передается укусом, — такие примеры в реальной жизни есть, например, бешенство. Однако бешенство, даже среди диких животных, не приводит к пандемии, хотя бы потому, что больное животное быстро слабеет и гибнет от истощения.

Кадры из фильма
«Рассвет мертвецов».
© Universal
Pictures



Гораздо опаснее инфекции, которые передаются воздушно-капельным путем, как, например, легочная чума. Однако даже в условиях полного отсутствия гигиены и эффективного лечения находились «генетические счастливчики», выздоровевшие или не заболевшие. Сейчас при вовремя принятых карантинных мерах вспышку болезни удастся локализовать достаточно быстро. Недаром Нил Гейман и Терри Пратчетт в «Благих знамениях» сделали всадником Апокалипсиса не Мор, а Загрязнение, Мор же ушел на пенсию после изобретения пенициллина.

В общем, мойте руки перед едой, сортируйте мусор и не нервничайте по пустякам — проблем у человечества много, но полная гибель нам пока не грозит. **ЭН**



Что еще происходило в МФТИ, смотрите в нашем фоторепортаже.



📰 Вышел спецвыпуск газеты «За науку» к 1 сентября

🗣 Анатолий Чубайс выступил перед физтехами с лекцией «Инновационная экономика — что это?»



📅 В сентябре на Физтехе было подписано соглашение между институтом и Рострудническим

Физтех-школа аэрокосмических технологий МФТИ представила свои разработки на авиасалоне МАКС-2019 ➡

👤 Визит министра цифрового развития, связи и массовых коммуникаций РФ Константина Носкова



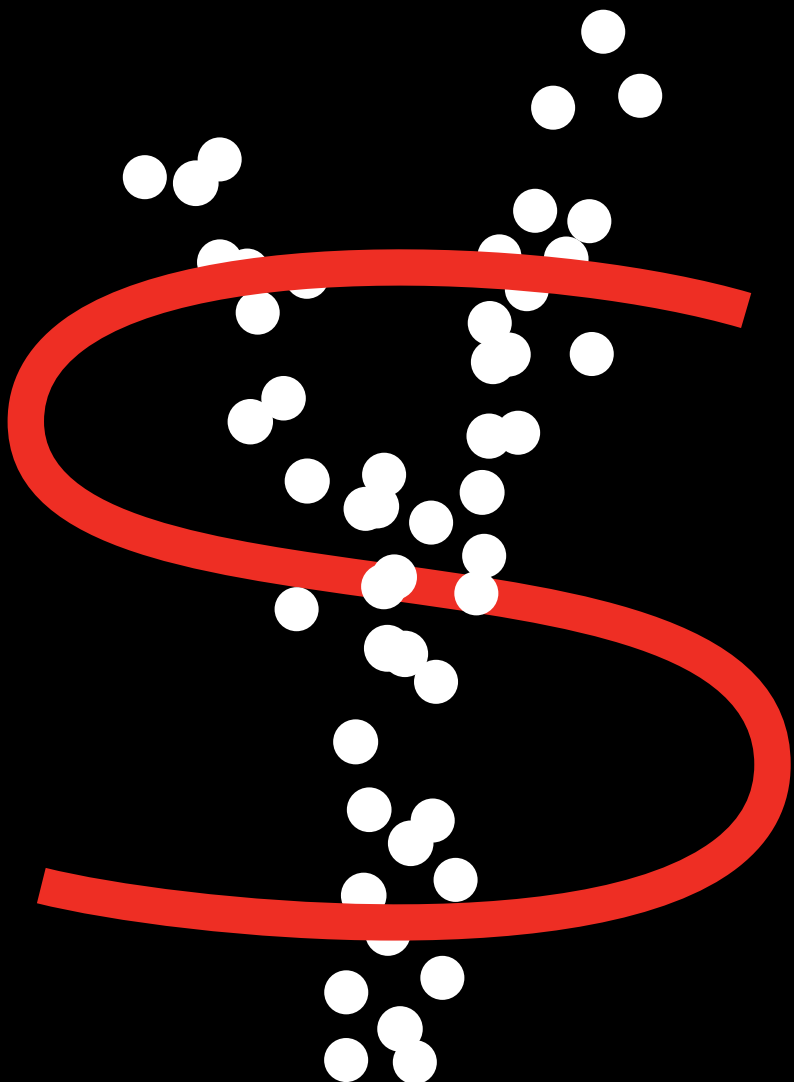
Собеседование абитуриентов в рамках вступительных испытаний ➡



🎓 Выпускники Физтеха — 2019

День знаний ➡





НАУЧНАЯ ПРЕМИЯ ЯНДЕКСА ИМ. ИЛЬИ СЕГАЛОВИЧА

Премия учреждена Яндексом для поддержки молодых исследователей и научного сообщества. Она вручается студентам, аспирантам и научным руководителям за достижения в области машинного обучения, анализа данных и их приложений. Главные критерии отбора: наличие публикаций и выступлений на профильных международных конференциях высокого уровня, а также вклад в развитие научного сообщества.

Студенты и аспиранты могут подавать заявки на соискание премии и номинировать научных руководителей на сайте премии: clck.ru/JSrYT



Чем дольше я живу,
тем больше склоняюсь
к мысли о том,
что в Солнечной системе
Земля играет роль
сумасшедшего дома

Джордж Бернард Шоу