ЗА НАУКУ

SAPERE AUDE! ВЫХОДИТ С 1958 ГОДА №2 (1963) 2020 ГОД

Пандемия «короны» — вызов науке и жизни

МФТИ

От редакции

Выбор темы для этого номера не составил труда и не вызвал споров: конечно же, инфекция COVID-19 и связанные с ней научные исследования. Но что могли успеть сделать ученые за то непродолжительное время, которое прошло с начала пандемии? На самом деле успели многое. Успели прежде всего в тех областях, где у исследователей имелся предварительно накопленный запас знаний и опыта.

Меньше двух недель потребовалось на расшифровку генома вируса: он был опубликован и загружен в базу данных GenBank уже 10 января 2020 года. Благодаря такой оперативности генетиков вирусологи смогли в самом начале всемирного шествия SARS-CoV-2 узнать многие его особенности и дать практические рекомендации по защите от заражения. Человечество облачилось в маски и принялось обрабатывать руки дезинфецирующими растворами. Благодаря разработкам последних лет удалось создать первые специфические лекарства и вакцины от нового вируса, начались их клинические испытания.

Но война с грозной инфекцией предстоит еще очень долгая. В нынешнем номере мы рассказываем о некоторых ученых и научных группах, вышедших на передний фланг этой войны.

Содержание

Новости

4 Новости науки

6 Новости вуза

8 МФТИ в СМИ

Образование

10 Физтех на приеме

Событие

14 Вот и настал «День Zero»

Открыто

16 **Биофизика**
Прорывная технология российских ученых для мировой наномедицины

18 **Биоинформатика**
Механизм ускоренной эволюции

19 **Молекулярная биология**
РНК-секвенирование для диагностики рака

20 **Физика**
Вода в кристалле

21 **Фотоника**
Суперлинза сжала свет до наномасштаба

22 **Физика**
Материал для тепловизоров

23 **История**
Сибирская амазонка

Главное

24 **Биофизика и вирусология:** подходы разные, враг — общий

30 **Кровное антитело**
В ИБХ РАН на борьбу с коронавирусом направили генную инженерию

34 **Инновации против традиций**
Поиск новых методик лечения

36 **Коронный прогноз**
Математическое моделирование пандемии

Научная коммуникация

40 **Из ученых — в эксперты**
Колонка Александры Борисовой, президента АКСОН

44 **Закрыться от мира — открыться науке**
Научное волонтерство в пандемию

Актуально

46 **Коронавирусные хроники Физтеха — 2020**

StartUp

50 **Антивирусный маркетинг**

История

54 **Всадник на бледном коне:** эпидемии в истории человечества

В тренде

58 **Диалог с машиной**
Колонка профессора Игоря Богуславского о компьютерной лингвистике

Образование

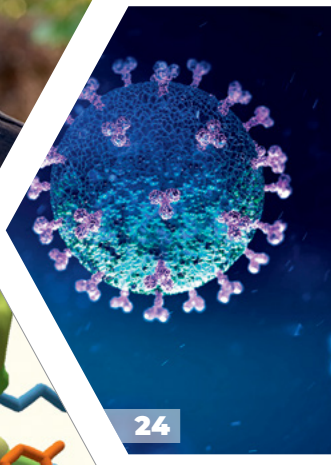
60 **Онлайн-магистратура, с которой ничего не случилось**

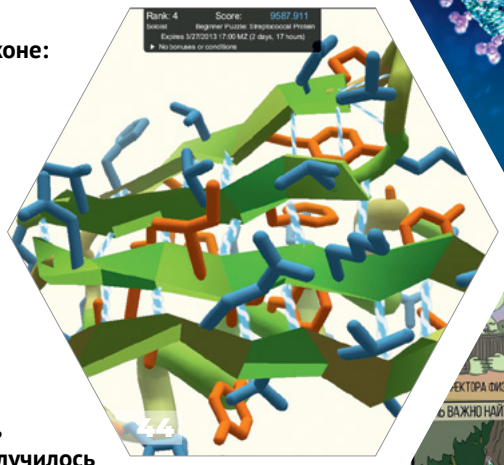
Будущее науки

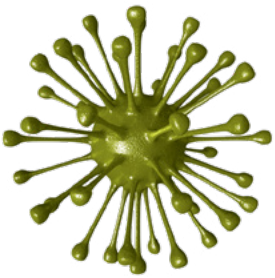
62 **Новые звезды Физтеха**

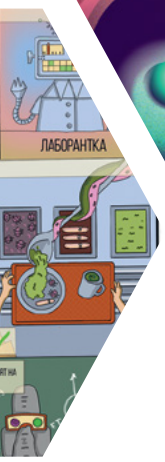
Комикс

64 **Добро пожаловать на планету Физтех**









Лайфхак

66 **Пять принципов выживания на Физтехе**
Советы первокурсникам

Background

68 **Попасть в список Forbes — это не цель**
Игорь Рыбаков, участник списка богатейших людей России по версии журнала Forbes, о своих правилах жизни

История

72 **Будущее медицины — в руках специалистов естественных наук**
55 лет кафедры биофизики живых систем

Разбор полетов

76 **Альтернативный Тесла**
Разбираем фильм «Тесла» о великом физике

Доска объявлений

80 Физтехи шутят

№2 (1963) 2020 год

Главный редактор Татьяна Небольсина

Арт-директор Арсений Ли

Дизайн и верстка
Эмма Бурляева, Наталья Пекина, Ангелина Кузнецова, Дарья Амбарцумян

Комикс Екатерина Архипова

Фотограф Наталья Арефьева

Корреспонденты
Анастасия Власова, Елена Егорова, Екатерина Жданова, Варвара Кравцова, Егор Колесников, Вячеслав Мещеринов, Анастасия Медведева, Николай Посунько, Анастасия Покровская, Анна Чуносова, Марина Тебенькова, Виктория Максимчук, Алёна Гупаисова, Семён Оксенгендлер, Елизавета Чернышёва

Корректор Юлия Болдырева

Цветокоррекция и пре-пресс
Максим Куперман

Ректор МФТИ
Николай Кудрявцев

Проректор по научной работе
Виталий Баган

✉ **e-mail редакции:** zn@phystech.edu
сайт: zanauku.mipt.ru

Подписано в печать 05.10.2020
Тираж 999 экз.

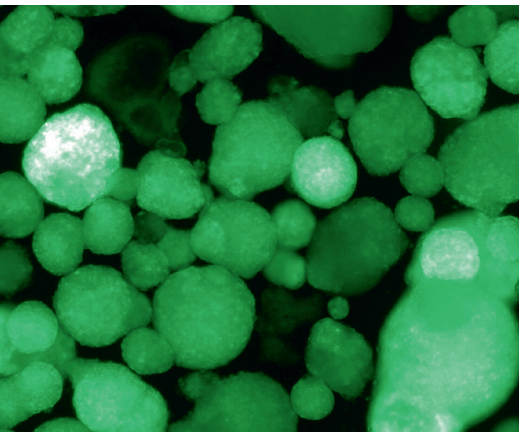
Отпечатано в типографии
«Сити Принт». г. Москва, ул. Докукина, 10/41

Перепечатка материалов невозможна без письменного разрешения редакции журнала.

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

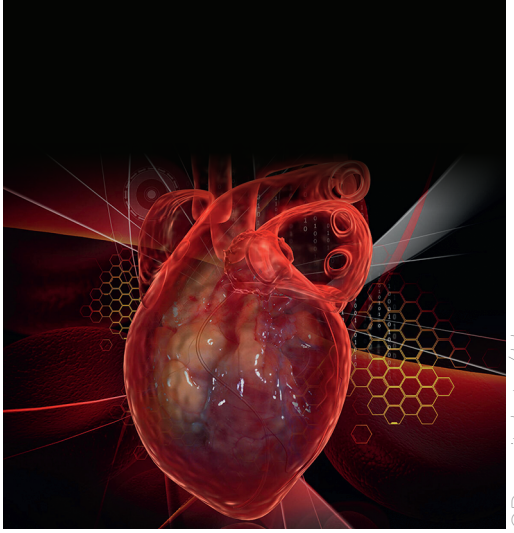
КЛЕТКИ ДЛЯ ЛЕЧЕНИЯ ДИАБЕТА

Американские ученые из Института биологических исследований Солка, используя технологию стволовых клеток, впервые создали кластеры клеток поджелудочной железы, способные производить необходимое организму количество инсулина без последующего отторжения после трансплантации. Важной частью исследования была разработка способа выращивания клеток, приближенных по форме к клеткам поджелудочной железы человека. Задача нехватки энергии на выработку инсулина и защиты от иммунного отторжения была решена при помощи генетического переключателя ERR-гамма и белка контрольной точки PD-L1, используемого в иммунотерапевтических препаратах от рака.



©Salk Institute

100 метров точность определения гравитационного центра Солнечной системы



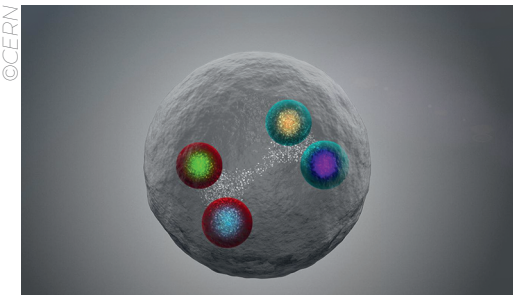
©Depositphotos/bhavana

ПОМОЩНИК СЕРДЦУ

Ученые-кардиологи из Университета штата Калифорния в Сан-Диего вместе с немецкими коллегами обнаружили белок MANF, играющий ключевую роль в восстановлении сердца от повреждений после инфаркта. Стенты, используемые для открытия заблокированных артерий, при имплантации вызывают переизбыток кислорода, который увеличивает повреждения. MANF уменьшает уровень первоначального окислительного стресса после инфаркта и поддерживает другие белки, выполняя роль белкового регулятора. Теперь авторам предстоит найти оптимальный путь доставки MANF в сердце.

ПОЛНОСТЬЮ ОЧАРОВАННЫЙ

Сотрудники CERN при помощи детектора LHCb на Большом адронном коллайдере впервые обнаружили тетракварк, состоящий из четырех тяжелых кварков одного и того же типа. Ранее ученым удавалось наблюдать лишь частицы с максимум двумя тяжелыми кварками одновременно, но обнаруженный скачок в массовом распределении частиц позволил заявить об открытии новой частицы. Несмотря на то, что пока неизвестно, является ли новая частица «истинным тетракварком» или парой слабо связанных двухкварковых частиц, открытие поможет физикам продвинуться в исследовании теории сильного взаимодействия.



©CERN

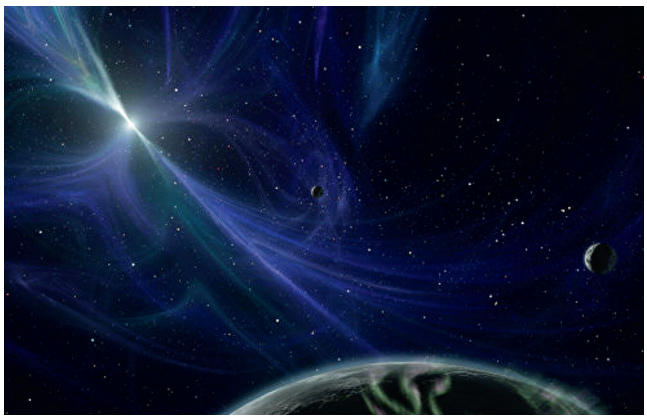
©JAXA/ISAS/DARTS/Damia Bouic

ЖИЗНЬ НА ВЕНЕРЕ

Исследователи из США, Великобритании и Японии, проанализировав спектральные данные, обнаружили признаки фосфина в верхних слоях атмосферы Венеры. Фосфин, как кислород и метан, признан биомаркером, потенциально указывающим на наличие жизни. При этом обнаружить его можно лишь при достаточном количестве, что говорит о присутствии на поверхности планеты или в атмосфере процессов, постоянно генерирующих этот газ. Теоретически фосфин может быть продуктом каких-то неизвестных химических реакций, но велика вероятность, что в атмосфере Венеры действительно обитают микробы. Теперь, чтобы подтвердить их существование, необходимо взять пробы аэрозоля из облаков планеты.

РАЗГАДКА СИЯНИЯ ПУЛЬСАРОВ

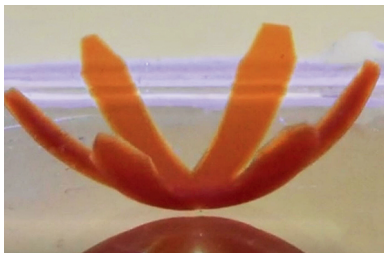
Ученые из США и Польши провели моделирование распределения плотности электрон-позитронной плазмы вблизи поверхности нейтронной звезды. Природа мерцающего излучения до сих пор оставалась загадкой, однако первая 2D-модель плазмы, окружающей магнитные полюсы пульсара, позволила ученым увидеть объемные электромагнитные волны и сделать вывод о том, что разгадка кроется во взаимодействии между электрическими и магнитными полями. Следующим шагом для понимания реальной физики пульсаров является разоблачение таинственного источника радиовсплесков от нейтронных звезд.



©NASA/JPL-Caltech

РОБОТИЗИРОВАННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Исследователи из Северо-Западного университета в Эванстоне, штат Иллинойс, создали гибридные светочувствительные мягкие материалы, которым можно придавать направленное движение, управляя светом. Авторы связали между собой пептидные матрицы с полимерными сетками, реагирующими на синий свет. При попадании света на такой материал происходит химическая реакция, превращающая гидрофильный материал в гидрофобный, что



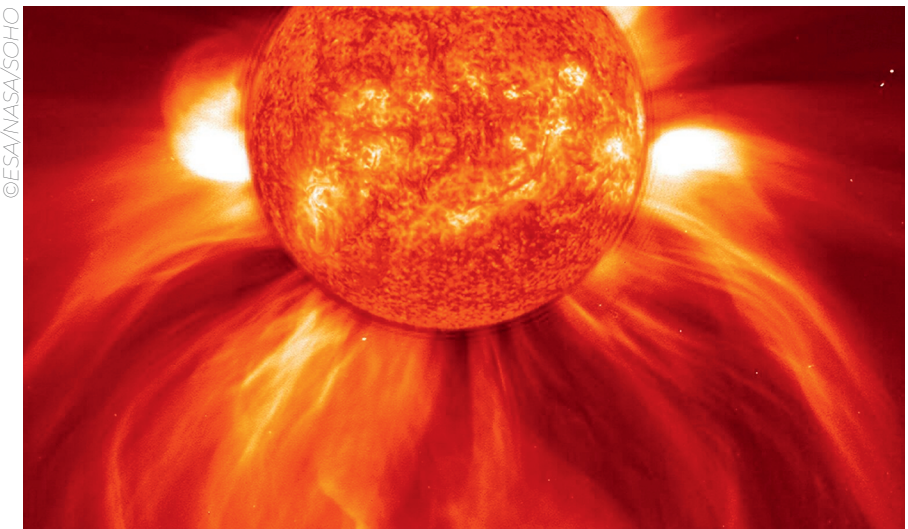
©Northwestern University

приводит к «оживанию» объекта. При выключении света происходит обратная реакция. Таким образом, движение материала повторяет обратимое сокращение мышц, вдохновившее авторов на разработку данных материалов.

24 км/с — скорость вращения самой быстрой звезды Млечного пути вокруг черной дыры Стрелец A*

ПРЕДСКАЗАНИЕ СОЛНЕЧНЫХ ВСПЫШЕК

Прогнозирование солнечных вспышек до сих пор осуществлялось эмпирическими методами экстраполяции, не учитывающими изменения активности вспышек. Новая модель K-схема, разработанная японскими астрофизиками из Нагойского университета, основывается на явлении пересоединения силовых линий магнитного поля и предполагает, что солнечные вспышки возникают при слиянии силовых линий магнитного поля в петлю. По спутниковым снимкам производится поиск мест на Солнце, где созданы условия для магнитных пересоединений, и вычисляется их необходимое количество для возникновения солнечной вспышки. Тестирование модели показало, что она верно предсказывает крупные вспышки и точное место, из которого они появятся в течение 20 часов.



©ESA/NASA/SOHO

Японские и американские инженеры при помощи 3D-принтера создали анатомически верный искусственный палец, состоящий из трех фаланг, трех сухожилий, а также нескольких соединительных элементов, имитирующих хрящевые и прочие ткани. 3D-принтер, работающий с разными материалами, позволил создать единую монолитную деталь, несмотря на различие функциональных элементов и их механических свойств. В результате разработчики получили искусственный палец, обладающий аналогом кольцевидных связок и сухожилий сгибателей.

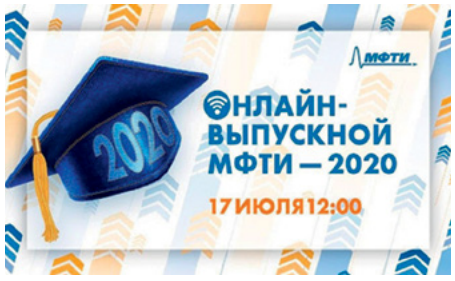
НОВЫЕ МАГИСТЕРСКИЕ ПРОГРАММЫ

С 5 сентября стартовала новая совместная магистерская программа от МФТИ, бизнес-школы СКОЛКОВО и МТС «Цифровые технологии в бизнесе». Стоимость обучения всех студентов полностью покрывается грантом от МТС.

В этот же день в Биокорпусе МФТИ состоялось торжественное открытие совместной магистерской программы МФТИ и Napoleon IT по индустриальной биоинформатике. Здесь прошли лекции в формате TED Talk, праздничный бранч и экскурсия по кампусу.

ЛИЛИЯ ОТВЕЧАЕТ

В Татарстане разработали голосового помощника по имени Лилия, который помогает «разгрузить» операторов колл-центра. Для распознавания вопроса и его классификации команда разработчиков использовала технологии открытой библиотеки DeepPavlov. С помощью уже предобученных моделей была достигнута точность в 78%. Но если голосовой помощник не распознал вопроса или не знает ответа, то он просит сформулировать вопрос по-другому. В любой момент времени пользователь может переключиться на живого оператора. Лилия помогает жителям Татарстана получать достоверную информацию от властей относительно ситуации с COVID-19, консультирует их по поводу получения цифровых пропусков и пособий по безработице. Разработка голосового помощника заняла около двух с половиной недель с учетом датасетов.



ВЫПУСКНОЙ В ОНЛАЙН-ФОРМАТЕ

17 июля состоялся онлайн-выпускной МФТИ. Для выпускников подготовили развлекательную программу с интерактивами и розыгрышем крутых подарков. Программа началась с традиционного поздравления от ректора МФТИ и продолжилась прямым включением с директорами Физтех-школ и известными выпускниками. Также выпускников ждали увлекательные квизы, награждения и сюрпризы от Фонда целевого капитала, творческих студий МФТИ и «Физтех.Радио». Посмотреть трансляцию могли все желающие в соцсетях и на официальном youtube-канале МФТИ. Также были организованы онлайн-встречи Физтех-школ в комнатах Zoom.

ЛАУРЕАТ ПРЕМИИ ГАМОВА — 2020

Выпускник МФТИ Михаил Лукин стал лауреатом премии имени Георгия Гамова — 2020. Профессор Гарварда получил ее «за оригинальные разработки в области квантовой физики, включая квантовый компьютер, и за вклад в организацию Российского квантового центра». Михаил Лукин — один из директоров совместного Центра ультрахолодных атомов Гарварда и MIT, а также Гарвардского квантового центра. Сфера его научных интересов включает квантовую оптику, квантовое манипулирование атомами и твердотельными наносистемами, квантовую метрологию, нанофотонику и квантовую информатику. Поздравляем!

РоссельхозБанк

МФТИ

ЛАБОРАТОРИЯ С РОССЕЛЬХОЗБАНКОМ

Россельхозбанк и МФТИ создадут совместную лабораторию, в которой будут проводить исследования в области анализа и обработки больших данных.

В лаборатории будут развиваться следующие направления:

- инструментарий автоматической премодерации текстовой информации и изображений с использованием технологий NLP и компьютерного зрения;
- инструментарий интеллектуального поиска и анализа данных;
- развитие интеллектуальной составляющей цифровых коммуникаторов.

МФТИ В РЕЙТИНГАХ

Times Higher Education (THE)	Место
Рейтинг лучших университетов мира Times Higher Education World University Rankings 2021	201–250
Среди российских вузов	2
Forbes	**Место**
«Университеты для будущей элиты: 100 лучших российских вузов по версии Forbes-2020»	3
Независимое информационное агентство «Интерфакс»	**Место**
Общий сводный рейтинг	3
XI ежегодный Национальный рейтинг университетов (НРУ), категория «Инновации»	1
Независимое агентство Shanghai Ranking	**Место**
Общий Академический рейтинг мировых университетов (ARWU)	топ-500
Среди российских вузов	3
MosIUR	**Место**
Московский международный рейтинг вузов «Три миссии университета»	46
Среди российских вузов	3
Superjob students	**Место**
Рейтинг вузов России по уровню зарплат молодых специалистов, работающих в отрасли ИТ	1

ПОМОЩЬ СТУДЕНТАМ ФПМИ ОТ ВЕДУЩИХ КОМПАНИЙ

Компания Acronis и ФПМИ объединяют усилия, чтобы помочь студентам вуза максимально раскрыть свои таланты, получить дополнительные стипендии, а также обеспечить себе возможность работать с самыми современными технологиями международной ИТ-компании еще в процессе обучения. Начиная с 2020 года для студентов ФПМИ открывается новая возможность — это дополнительные стипендии от компании Acronis, а также целая серия совместных мероприятий, специальных курсов и перспективные стажировки в глобальной ИТ-компании Acronis.

Компания ABBY, ведущий мировой разработчик в области интеллектуальной обработки информации и анализа бизнес-процессов, также учредила стипендию для поощрения научных исследований в области мультимодальности и анализа социальных сетей, проводимых студентами бакалавриата и магистратуры ФПМИ. Итоговая сумма зависит от объема, актуальности и оригинальности задач исследования и будет определена жюри из ведущих сотрудников отдела перспективных исследований ABBYY и лаборатории ABBYY Lab в каждом случае индивидуально.

ПОБЕДЫ И НАГРАДЫ

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ТУРНИР ФИЗИКОВ

Первое место: команда МФТИ (Иван Полоник, Дмитрий Спинов, Герман Карнуп, Артём Сухов, Иван Колесников и Елена Зворыгина).

МЕЖДУНАРОДНАЯ ОЛИМПИАДА ДЛЯ СТУДЕНТОВ ПО МАТЕМАТИКЕ

Бронзовый призер: команда МФТИ.

КОНКУРС РФФИ НА ЛУЧШИЕ ПРОЕКТЫ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ, ОБУЧАЮЩИХСЯ В АСПИРАНТУРЕ

Победители: 48 аспирантов Физтеха.

СУПЕРФИНАЛ КОНКУРСА УПРАВЛЕНЦЕВ «ЛИДЕРЫ РОССИИ 2020», ГЛАВНЫЙ ПРОЕКТ ПРЕЗИДЕНТСКОЙ ПЛАТФОРМЫ «РОССИЯ — СТРАНА ВОЗМОЖНОСТЕЙ»

Победитель: директор Физтех-школы биологической и медицинской физики МФТИ Денис Кузьмин.

ПЕРВЫЙ КОНКУРСНЫЙ ОТБОР 2020 ГОДА НА ПОЛУЧЕНИЕ ПЕРСОНАЛЬНЫХ СТИПЕНДИЙ ИМЕНИ Ж. И. АЛФЕРОВА

Один из десяти победителей: аспирантка МФТИ Елизавета Мочалова.

МЕЖДУНАРОДНЫЙ АСТРОНОМИЧЕСКИЙ СОЮЗ (МАС)

Избран членом: профессор кафедры теоретической механики Владислав Сидоренко.

МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ФОРУМ «АРМИЯ-2020»

Диплом в номинации «Лучшая инновационная разработка» за проект «Самоходный автоматизированный роботизированный разведывательно-аналитический комплекс»: лаборатория цифровых систем специального назначения МФТИ.

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ПРОГРАММА «ШКОЛА УТИЛИЗАЦИИ: ЭЛЕКТРОНИКА» СРЕДИ ВУЗОВ

Третье место: МФТИ.

ПРЕЗИДЕНТСКАЯ ПРОГРАММА ПО ПОДДЕРЖКЕ ИССЛЕДОВАНИЙ МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ

Победители: 12 ученых МФТИ получили гранты на сумму от 1,5 до 5 млн рублей в год.

ПРЕМИЯ ИМЕНИ ИЛЬИ СЕГАЛОВИЧА ОТ КОМПАНИИ «ЯНДЕКС»

Обладатели: четверо молодых ученых МФТИ, которые добились заметных достижений в области компьютерных наук: Александр Гасников, доцент кафедры математических основ управления, Дмитрий Ковалев, магистрант, Лариса Маркеева и Анастасия Янина, аспирантки.

Вечерняя Москва

РОБОФУТБОЛ СТАНЕТ ПОЛНОЦЕННЫМ ВИДОМ СПОРТА

Молодые ученые из Московского физико-технического института создали систему стереозрения для роботов-футболистов. Корреспондент «Вечерней Москвы» узнала, как работает это изобретение и для чего оно нужно.

Известия iz

ПРЕДПОСЛЕДНИЙ ЗВОНОК: ЧЕРЕЗ ПЯТЬ ЛЕТ ОПЕРАТОРОВ ЗАМЕНЯТ РОБОТЫ

Роботизация не случится в один момент. Не будет такого часа икс, когда люди внезапно окажутся в светлом автоматизированном будущем, считает заведующий лабораторией машинного интеллекта МФТИ, профессор РАН Константин Воронцов.

— Будет постепенное внедрение технологий в разные сферы бизнеса и производства. Также шаг за шагом специалисты станут осознавать, какие задачи стоит автоматизировать, а какие — оставить людям. Есть масса областей, где необходимо живое человеческое общение, подлинная эмпатия, а не ее программная имитация. Это медицина, образование, сфера услуг и ряд других, — уверен эксперт.

Первый

ИСПОЛНИЛОСЬ 55 ЛЕТ СО ДНЯ ОСНОВАНИЯ КАФЕДРЫ ФИЗИКИ ЖИВЫХ СИСТЕМ МФТИ

Физика, которая спасает жизни. Это там разрабатывают искусственные органы, создают технологии очистки крови, выращивают из стволовых клеток ткани сердца. А еще изучают: как человеческий организм ведет себя в космосе и при запредельных нагрузках.

«ДЕВОЧКИ НЕ СЛАБЕЕ МАЛЬЧИКОВ В ТОЧНЫХ НАУКАХ». УЧЕНЫЙ АНДРЕЙ РАЙГОРОДСКИЙ — О МАТЕМАТИКЕ В ШКОЛАХ И ВУЗАХ

Ходят слухи, что на Физтех могут поступить только люди с выдающимися способностями. На самом деле это не так: туда скорее попадут трудоголики 80-го уровня. Директор Физтех-школы прикладной математики и информатики Андрей Райгородский объяснил, как это можно сделать, а заодно рассказал о проблемах математического образования в школах и главных вузах страны.

RAEX RATING REVIEW

ИНТЕРВЬЮ С РЕКТОРОМ ФИЗТЕХА НИКОЛАЕМ КУДРЯВЦЕВЫМ

«Движение Физтеха в новом времени было достаточно сложным и неоднозначным, потому что существовали разные точки зрения, в вузе велись широкие дискуссии. Но мы стремимся вернуться к началу, к «большому взрыву» Физтеха, конечно, уже на другом витке спирали.

У студента горят глаза, когда он видит, как применяются знания, навыки, когда он вовлечен в процесс. <...> мы направляем молодых ребят, занимающихся наукой, в аудитории к студентам, которые еще моложе, чтобы родилась эта “гремучая смесь”, которая в будущем покажет блестящие результаты».

Коммерсантъ

«ЕСЛИ ЧЕЛОВЕЧЕСТВО ХОЧЕТ ВЫЖИТЬ, ОНО ДОЛЖНО УМИРАТЬ»

Почему при коронавирусе образуются тромбы? Чем может помочь биофизика в борьбе с пандемией? Как измерить силу одной молекулы и создать из неживой материи живую? О передовой и самой необычной части физики «Огоньку» рассказал профессор МГУ, Физтеха и Университета Пенсильвании Фазоил Атауллаханов.

News Break

PHYSICISTS CREATE QUANTUM-INSPIRED OPTICAL SENSOR

Researchers from the Moscow Institute of Physics and Technology, joined by a colleague from Argonne National Laboratory, U.S., have implemented an advanced quantum algorithm for measuring physical quantities using simple optical tools. Published in Scientific Reports, their study takes us a step closer to affordable linear optics-based sensors with high performance characteristics. Such tools are sought after in diverse research fields, from astronomy to biology.

ИЗ МЕРЗЛОТЫ, ОТ ПИТОМЦЕВ И ИЗ МУСОРКИ: ОТКУДА ЧЕЛОВЕЧЕСТВУ ЖДАТЬ НОВЫХ ИНФЕКЦИЙ

Indicator

Многие исследователи склоняются к тому, что вероятность появления новых для человека природных инфекций наиболее высока в тропической зоне, <...где> и предлагается изучать вирусы животных в первую очередь <...> «Вырубка лесов способствует увеличению числа контактов с дикими животными, потому как раньше человек с ними просто не пересекался, они спокойно жили в глубине леса», — согласен доцент кафедр биофизики и физики живых систем МФТИ Олег Батищев.

Medical Xpress

BIOINFORMATICIANS FIND WAY TO PERSONALIZE DRUG PRESCRIPTION AGAINST STOMACH CANCER

Researchers from the Moscow Institute of Physics and Technology and their colleagues have developed the first technique for personalizing stomach cancer therapy based on RNA sequencing of tumor cells. The study, supported by the Russian Science Foundation, was published in Cold Spring
Harbor Molecular Case Studies.

СТВОЛОВЫЕ КЛЕТКИ СПРАВИЛИСЬ С ДОЛГОВРЕМЕННЫМИ ПОВРЕЖДЕНИЯМИ ЛЕГКИХ

Биологи доказали, что культуры стволовых клеток можно использовать против долговременных последствий острого респираторного дистресс-синдрома (ОРДС) — одной из основных причин смерти пациентов с коронавирусной инфекцией. «Неоспоримым преимуществом нашего подхода является его универсальность. ОРДС может развиваться в ответ на разные причины, а наша терапия будет работать независимо от них. Это поможет обширной группе пациентов вернуться к полноценной жизни, что особенно важно в условиях пандемии COVID-19, так как ОРДС считается основной причиной смерти при коронавирусной инфекции», — рассказал один из авторов работы, сотрудник МФТИ Павел Волчков.

ТАСС

360°

«360» ПРОВЕЛ ДЛЯ ОЛИМПИАДНИЦЫ ПО ФИЗИКЕ АЛИСЫ БУГРОВОЙ ЭКСКУРСИЮ В МФТИ

Выпускница долгопрудненского Физтех-лицея имени Капицы Алиса Бугрова мечтает поступить в МФТИ. Девушка уже сделала серьезную заявку на получение профессии физика, она стала золотым призером на Европейской олимпиаде по физике.

HOW TO PACIFY AN EARTHQUAKE

EN24
OFTEN IMITATED. NEVER DUPLICATED.

– This is the maximum task. To solve it, it is necessary to understand the mechanism of ordinary and “slow” tremors, how they are formed, how they coincide and how they differ, ”says MIPT associate professor Alexei Ostapchuk. – We have already learned how to reproduce analogs of these events in the laboratory. With fast earthquakes, we see an impulse with a sharp start, and with slow earthquakes, they increase gradually, their beginning is difficult to determine. We have shown that it is important to look at the waveform of the pulse along with the amplitude and energy.

SelectScience®
The Fastest Way to Expert Opinion

ENHANCED PERFORMANCE OF NANOPARTICLE-MEDIATED DRUG DELIVERY SYSTEMS

Using nanoparticles as drug delivery vehicles enables greater precision in cellular targeting and compound release compared to conventional drug delivery systems. Oftentimes, nanoparticles are shown to outperform molecular agents in *in vitro* studies. However, when tested *in vivo*, these nanoparticles are rapidly eliminated from the bloodstream by the mononuclear phagocyte system (MPS), rendering them ineffective despite their capabilities.

In this SelectScience interview, we speak with Dr. Maxim Nikitin, Head of the Nanobiotechnology Laboratory at the Moscow Institute of Physics and Technology, a multiple award-winning scientist, on his laboratory’s recent findings on prolonging nanoparticle time *in vivo* by circumventing MPS.

Физтех на приеме

Варвара Кравцова

Такой приемной кампании история Физтеха еще не знала. По известным причинам в 2020 году все документы от абитуриентов пришлось принимать дистанционно, и это значительно увеличило число желающих стать студентами главного технического вуза страны. По сравнению с прошлым годом число заявлений в приемную комиссию возросло на 35%.

ПРИЕМНАЯ КАМПАНИЯ В ЦИФРАХ

Впрочем, и количество мест в 2020 году выросло на целых 18%. Всего в бакалавриат и специалитет было зачислено 1373 ребят, включая 163 победителя и призера Всероссийских олимпиад. Также 14 студентов первого курса входят в российские сборные международных олимпиад, среди них семь членов национальных сборных своих стран. (Таковы цифры на момент подготовки этого материала.) Средний балл ЕГЭ принятых на Физтех в этом году — 97,6. Это очередное рекордное значение. Впрочем, подобный рекорд ставится на Физтехе каждый год с момента введения правил приема в вуз на основании результатов ЕГЭ.

СТАРЫЕ ТРАДИЦИИ В НОВЫХ УСЛОВИЯХ

Легендарная часть вступительных испытаний — собеседование с каждым абитуриентом — в этом году тоже проводилась в дистанционном формате — через Zoom. Это позволило провести собеседования с гораздо большим количеством претендентов по сравнению с прошлым годом. Теперь и в будущем, учитывая опыт 2020 года, приемная комиссия собирается использовать дистанционный формат встреч с абитуриентами, предоставляя возможность пройти собеседование ребятам из любого региона.

97,6— очередной рекорд по среднему баллу ЕГЭ среди поступивших на Физтех в 2020 году

«Собеседование с каждым поступающим — важный элемент профориентационной работы, — считает

ПРЯМАЯ РЕЧЬ

Николай Кудрявцев, ректор МФТИ:

— 2020 год вмешался во все сферы нашей жизни, и в учебный процесс тоже. Но основа образования в МФТИ — уникальная «Система Физтеха» — сохранилась неизменной.

Наш вуз постоянно меняется вместе с вами, нашими студентами и аспирантами. Мы открываем новые лаборатории, базовые кафедры совместно с ведущими IT-корпорациями, создаем актуальные образовательные программы по современным направлениям науки и технологий. МФТИ входит в топ-50 мирового рейтинга университетов THE по направлению Physical Sciences и в топ-100 по Computer Science. Поэтому именно Физтех, как правило, выбирают лучшие выпускники российских школ, в том числе большинство победителей международных олимпиад по физике. Эти ребята живут наукой. А Физтех — эксклюзивное место сбора самых сильных и самых амбициозных.

ответственный секретарь приемной комиссии МФТИ Денис Дмитриев. — И в этом году, несмотря на все эпидемиологические проблемы, мы не стали отказываться от данной традиции. Основная цель собеседования — познакомиться с абитуриентом, узнать его интересы, мотивацию, подсказать дальнейшие действия в текущей приемной кампании, чтобы максимизировать шансы на поступление. Это возможность для абитуриента задать все интересующие его вопросы и получить ответы.

КСТАТИ

Учитывая положительный опыт 2020 года, приемная комиссия будет и дальше использовать дистанционный формат встреч с абитуриентами, предоставляя возможность пройти собеседование ребятам из любого региона.

Мы всегда считали это очень важным этапом, а с учетом текущей ситуации это крайняя необходимость, так как поступающие лишены очного общения».

Обычно после того, как вывешивались конкурсные списки, абитуриент нес в выбранный вуз оригинал диплома и заявление о согласии на зачисление. В этом году оригинал аттестата не требовался: его заменили согласием на зачисление, добавив письменное заявление абитуриента о том, что у него на момент подачи заявления нет согласия другого вуза на его прием. Абитуриентов, которые получали согласие на прием одновременно в несколько вузов, приемная комиссия легко обнаруживала с помощью администраций других учебных заведений.

ЛУЧШИЕ ИЗ ЛУЧШИХ

Многие абитуриенты этого года — выпускники знаменитой ЗФТШ, заочной физико-технической школы МФТИ. Эта школа помогает талантливым школьникам углубить свои знания и получить доступ к дальнейшему образованию в лучших технических вузах страны, включая Физ- →

Все лекции транслируются онлайн и выкладываются на сайт

КСТАТИ

Текущей осенью в дистанционном режиме планируется провести международную олимпиаду по физике. МФТИ предложен в качестве организатора IPhO 2020.

тех. Важнейшую роль в этом деле играет учебно-методическая лаборатория по работе с одаренными детьми. В ней ведется подготовка участников всероссийских олимпиад и членов национальных сборных. Во время подготовки ребята проводят в стенах Физтеха порой больше времени, чем в школе. Конечно, многие из них поступают потом сюда же.

«В начале эпидемии коронавируса организаторы международных олимпиад планировали перенести соревнования на следующий год, но постепенно стал выкристаллизовываться новый подход к их проведению, и основные мероприятия прошли в дистанционном режиме, — рассказывает заведующий учебно-методической лабораторией по работе с одаренными детьми Валерий Слободянин. — Например, в июле на Европейской олимпиаде по физике школьники получали задания через интернет и решали их в течение пяти часов под контролем членов жюри. Контроль осуществлялся с помощью дистанционного видеонаблюдения. В свою очередь, мы как организаторы мероприятия в России получили конкурсные задания за два часа до начала олимпиады, быстро перевели условия на русский язык, после чего сборная приступила к их решению. По прошествии отведенного времени мы отсканировали работы и направили их членам жюри — тоже под контролем видеокамер.

Нынешней осенью в таком же дистанционном режиме планируется провести международную олимпиаду по физике. Мы уже предложили свои услуги в качестве организатора IPhO 2020. Сейчас заявка Физтеха рассматривается. Наша команда готовит эксперименты и обсуждает организационные вопросы. Мероприятие запланировано на конец ноября. Мы полны надежд и решимости провести эту олимпиаду.

В настоящее время в дистанционном режиме проходит международная олимпиада по математике. Наши ребята готовы к соревнованию, и мы уверены в их успехе!».

Количество заявлений в 2020 году выросло на 35%

Первокурсники Физтеха — участники российских сборных международных олимпиад

ФИЗТЕХ-ШКОЛА	ИМЯ	РЕЗУЛЬТАТ	ОЛИМПИАДА
ЛФИ	Мария Алиен	Золотая медаль	Международная астрономическая олимпиада IAO
	Егор Серебряков	Серебряная медаль	
	Иван Хадеев	Бронзовая медаль	
	Иван Харичкин	Серебряная медаль	
		Золотая медаль	Международная олимпиада по астрономии и астрофизике IOAA
	Руслан Сапаев	Серебряная медаль	
	Алексей Кадыков	Серебряная медаль	
	Сергей Рева	Член сборной	
ФПМИ	Сулейман Керимов	Серебряная медаль	Международная олимпиада по астрономии и астрофизике IOAA
		Золотая медаль	Международная астрономическая олимпиада IAO
	Алина Кузнецова	Бронзовая медаль	
	Александр Гордиенко	Участник	
	Тимур Давлетбаев	Золотая медаль	Международная естественнонаучная олимпиада юниоров IJSO
	Данила Демин	Член сборной	Международная математическая олимпиада IMO
ФБМФ	Илья Береговский	Серебряная медаль	Международная естественнонаучная олимпиада юниоров IJSO
	Даниил Помогаев	Серебряная медаль	

Ильдар Алушай, Энтони Коронель и Сай Раджам (слева направо) уже освоились в МФТИ / Фотограф Антон Гердо, «Вечерняя Москва»

ИНОСТРАННЫЕ СТУДЕНТЫ

Прием на англоязычные программы ведется до конца сентября. Сейчас на Физтех зачислено более 420 иностранных студентов, из них 7 членов национальных олимпиадных сборных.

Для физтехов, которые пока не имеют возможности приехать в Россию, организовано дистанционное обучение. Все основные лекции для всех потоков и курсов транслируются онлайн, записи доступны в системе lms.mipt.ru и на платформе YouTube всем студентам курса. Для этого все поточные аудитории оснащены необходимым оборудованием. Преподаватель имеет возможность взаимодействовать со слушателями, а студенты могут общаться с преподавателем голосом и задавать вопросы в чате. Презентационные материалы и материал на доске доступны как в онлайн-трансляции, так и на экране проектора в аудитории. В неделю снимается и выходит в эфир более 200 учебных пар. Это и лекции, и семинарские занятия. Совместная работа учебного управления, центра проектов цифровой трансформации и центра развития электронного и дистанционного обучения университета позволила существенно расширить возможности системы управления электронными курсами. Была внедрена платформа с набором инструментов для помощи преподавателям и студентам в учебном процессе — lms.mipt.ru. Она позволила запустить образовательный процесс с введением новых функций взаимодействия студента с преподавателем. В частности, преподаватели получили возможность размещать дополнительные электронные материалы к курсам, расширяющие очный учебный процесс до формата смешанного обучения, проводить контрольные и тестирования. В системе имеются несколько каналов коммуникаций, которые позволяют выстроить необходимую для образовательного процесса цепочку «преподаватель — учебные дисциплины — студенческие группы». **ЗН**

ПРЯМАЯ РЕЧЬ

Марина Невская, проректор по международной работе МФТИ:

— В 2020 году, несмотря на мировую пандемию, МФТИ традиционно провел приемную кампанию для иностранных студентов. Мы действуем в рамках долгосрочного плана, реализуя стратегию по увеличению числа талантливых ребят, и не намерены снижать высокую планку Физтеха. Конечно, эпидемиологическая обстановка в мире до сих пор не позволяет полностью восстановить очный процесс обучения. Мы находим компромиссные решения, основанные на заботе о здоровье наших студентов. В МФТИ всем ребятам предоставляется возможность в течение семестра перейти с дистанционного к очному процессу обучения. Для иностранных студентов второго и последующих курсов учеба началась традиционно с 1 сентября, а для первого курса бакалавриата и магистратуры англоязычных программ — с 1 октября.

Елизавета Чернышева

Соревнование по программированию Day Zero ICPC World Finals прошло в онлайн-формате.

Вот и настал «День Zero»

27 июня в онлайн-формате состоялся Day Zero ICPC 2020 World Finals Moscow. Это событие можно считать точкой отсчета до финала, который должен был пройти в Москве в этом году, но был перенесен на июнь 2021 года. В организации Day Zero участвовали ICPC Foundation и Московский физико-технический институт (МФТИ).

Крупнейшая в мире студенческая командная олимпиада по программированию ICPC впервые проводила мероприятие подобного масштаба в онлайн-формате. На одной платформе собрались победители и участники финалов прошлых лет, тренеры по спортивному программированию и студенты лучших технических университетов мира, а также зрители, которые интересуются спортивным программированием.

ПРЯМАЯ РЕЧЬ

Андрей Райгородский, директор Финала ICPC 2020 в Москве и директор Физтех-школы прикладной математики и информатики МФТИ:

— Финал ICPC — это грандиозный международный праздник. Когда весной стало понятно, что нам придется перенести его на 2021 год, вся команда ICPC буквально душу вложила в то, чтобы сделать из этого, казалось бы, печального обстоятельства еще большее торжество программирования, информатики и математики, подготовить нечто уникальное. Вынужденный онлайн-формат, наоборот, способствовал дополнительной широте охвата аудитории, популяризации спортивного программирования и красивой математики.

Десятки наших коллег из ФПМИ, Huawei, «Яндекса» и других компаний России и всего мира уже присоединились и продолжат активно присоединяться. А онлайн — давно наша стихия!

ICPC GRAPH MINING CHALLENGE

Центральным событием Day Zero стал трехчасовой турнир ICPC Graph Mining Challenge, на него зарегистрировались более 7000 человек из 63 стран мира и 193 городов. Участникам было предложено поработать над сложной задачей на модулярность графа, не имеющей конкретного и определенного решения. В итоге участники представили более 11 000 решений, которые были рассмотрены судьями, финалистами чемпионата мира ICPC 2020 года, тренерами финала чемпионата мира ICPC 2020 года и остальными участниками. Этот турнир был организован при поддержке компании Huawei. Представители компании прочитали лекцию о том, какие математические знания используются в работе с беспроводной связью 5G. Позже к выступлению присоединилась компания IBM, представители которой рассказали об исследованиях в области квантовых технологий и работе с ними.

Участник соревнований Day Zero и призер прошлых чемпионатов ICPC Николай Калинин рассказал: «Задача на модулярность графа заключала в себе написание программы, которая некоторым оптимальным образом разбивает граф на связанные кластеры. Говоря простым языком, нужно, например, сгруппировать профили в социальной сети в несколько сообществ так, чтобы внутри каждой группы было много друзей, а между группами — не очень. Качество такого разбиения и определяется величиной, называемой модулярностью, о чем было рассказано в задаче. Поиск точного (лучшего возможного) решения на современных компьютерах невозможен за приемлемое время, поэтому участники соревновались в том, кто найдет наиболее хорошее решение за отведенные три часа. Этим данное соревнование и отличается от ICPC: в его задачах нужно всегда находить точное решение, поэтому в данном конкурсе важны другие навыки, а лидерами в таблице результатов становятся не те, кто выигрывал чемпионаты ICPC. Я рад, что получилось попасть в число призеров, это достаточно неплохой результат для меня в данном формате».

На YouTube-канале доступны все материалы Day Zero на английском языке, включая разбор задач ICPC Graph Mining Challenge с участием Андрея Райгородского. Подробное расписание и ссылки на видео можно найти на сайте ICPC University Commons.

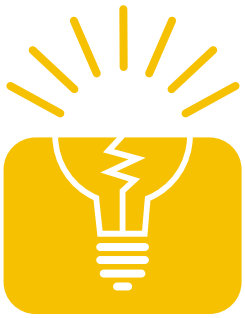
ДЛЯ СПРАВКИ

Чемпионат ICPC зародился в 1977 году в США. Сейчас в нем ежегодно принимают участие студенты более 3 тыс. ведущих университетов из 110 стран мира, соревнования проходят на 530 площадках, а общее число студентов, занятых ежегодно в чемпионате, превышает 320 тыс. человек.

ПРЯМАЯ РЕЧЬ

Михаил Тихомиров, тренер команд МФТИ:

— Наша команда очень серьезно относится к подготовке ко всем соревнованиям ICPC. Наверное, поэтому сейчас мы можем похвастаться некоторыми показательными результатами: завоевали медали чемпионатов мира ICPC за последние четыре года, провели несколько ICPC Workshops, где помогали другим командам в подготовке к соревнованиям, победили и во многих других промежуточных соревнованиях. У ICPC замечательный коллектив, мы очень счастливы быть его частью и будем стараться добиваться новых результатов.



ОПЫТ — ВСЕМУ УЧИТЕЛЬ

Вторая часть Day Zero была посвящена выступлениям официальных партнеров, выпускников и победителей прошлых лет и тренера команды ICPC. Русскоговорящие спикеры программы составили большинство среди специалистов, что свидетельствует о лидирующей позиции российских экспертов в международной IT-повестке.

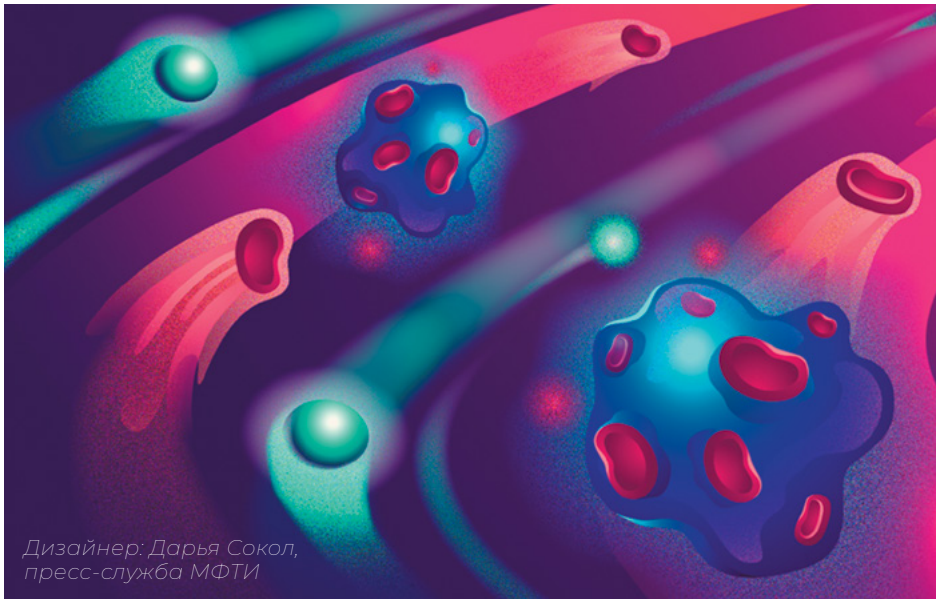
Выпускники ICPC поделились историями о запуске собственных стартапов и опыте в качестве предпринимателей:

Никита Шамгунов, соруководитель компании MemSQL, сказал: «Я выиграл бронзовую медаль в соревнованиях ICPC еще в 2001 году, и это было безумно весело. Я начинал свою карьеру в сфере SQL Server, потому что мне было интересно разобраться с базой данных изнутри, решать технические задачи и находить интересные выходы из ситуаций — обрести такие навыки мне помог именно ICPC».

Деон Николас, один из основателей компании Forethought, поделился: «Я всегда чувствовал, что ICPC — это мое место. В старшей школе у меня плохо шли такие предметы, как история, я всегда проваливал тесты. Поэтому еще тогда я задумался о технической помощи школьникам и студентам в понимании предмета, чтобы привлечь внимание и заинтересовать. С этим мне помогли в ICPC, и сейчас я занимаюсь разработкой таких алгоритмов в Forethought».

Завершающими выступлениями в ходе проведения Day Zero ICPC стали лекции представителей AWS (Amazon Web Services), которые рассказали об опыте работы в больших IT-корпорациях, презентация спикеров «Райффайзенбанка» о работе с теорией графов в банкинге, а также сообщение сотрудников компании «Яндекс» о работе над беспилотными автомобилями. **зн**

Прорывная технология российских ученых для мировой нано-медицины



Дизайнер: Дарья Сокол, пресс-служба МФТИ

Василий Максимов

Новый подход позволяет значительно увеличить время циркуляции в крови практически любых биомедицинских наноматериалов, тем самым повышая их терапевтическую эффективность.

ПРОБЛЕМА НАНОЧАСТИЦ

С конца 1970-х множество лабораторий трудятся над созданием лекарств следующего поколения, которые производят сразу несколько сложных функций: например, точно идентифицируют раковые клетки по множеству параметров, сообщают о локализации опухоли врачу, а затем убивают патогенные клетки токсинами и нагреванием. Все эти задачи не может выполнить одна молекула, а потому требуется создать супрамолекулярную (надмолекулярную) структуру, или «наночастицу».

Максим Никитин

Ключевая проблема применения терапевтических наночастиц кроется в удивительной эффективности нашей иммунной системы. При введении разумных доз большинства искусственно созданных наночастиц в кровоток клетки иммунной системы поглощают их за считаные минуты или даже десятки секунд! Соответственно, какими бы функциональными ни были вводимые лекарства, большая часть дозы просто не успевает встретиться со своей мишенью.

ЭЛЕГАНТНОЕ РЕШЕНИЕ

Российские исследователи под руководством Максима Никитина, заведующего лабораторией нанобиотехнологий МФТИ, предложили абсолютно новаторскую универсальную технологию, которая позволяет существенно продлить время циркуляции и увеличить терапевтическую активность различных наноагентов без необходимости какой-либо их модификации.

Ученые воспользовались тем фактом, что иммунная система непрерывно выводит из кровотока отработавшие свой срок «состарившиеся» эритроциты (красные кровяные клетки) — у человека это около 1% эритроцитов в день.

«Мы предположили, что если заставить организм немного усилить данный естественный про-

ПРЯМАЯ РЕЧЬ

Максим Никитин, заведующий лабораторией нанобиотехнологий МФТИ:
— Безусловно, сочетанное действие существующих или новых противоэритроцитных антител с противоопухолевыми и иными препаратами должно пройти тщательную проверку клиническими испытаниями. Однако мы крайне оптимистично смотрим на данную технологию и ее применение для лечения тяжелых заболеваний, где требуется направленная доставка лекарств, включая рак. Теперь, когда этап публикации этого сложного семилетнего исследования завершен, мы просто обязаны приложить все возможные усилия для трансляции данной технологии в мировую клиническую практику. Поэтому, в частности, мы очень ищем активных коллег, желающих присоединиться к нашей команде, а также коллаборатоpов.

цесс, то иммунная система может "увлечься" удалением эритроцитов и будет уделять меньше внимания терапевтическим наночастицам. Более того, мы хотели обхитрить иммунную систему, максимально мягко, в идеале — средствами самого организма, а не искусственно синтезированными веществами», — говорит Максим Никитин.

И элегантное решение было найдено: ученые ввели мышам антитела, которые специфично связываются с эритроцитами. Гипотеза оказалась верной и крайне эффективной. Небольшая доза антител (1,25 мг/кг) позволила достичь продления циркуляции наночастиц в кровотоке в десятки раз. При этом антитела вызывали лишь легкую анемию — падение гематокрита (количества эритроцитов в крови) на 5%.

УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ДЛЯ НАНОЧАСТИЦ

Исследователи показали, что данный подход, названный цитоблокадой мононуклеарной фагоцитарной системы, универсален с точки зрения наночастиц. Он продлевает циркуляцию и маленьких квантовых точек размером 8 нанометров, и 100-нанометровых частиц, и даже наиболее продвинутых наноагентов, допущенных к введению человеку, — стелс-липосом (агентов с полимерным покрытием, маскирующим их от иммунной системы). В то же время цитоблокада не снижает способность организма бороться с попадающими в кровоток бактериями (которые тоже являются микрочастицами), причем как в условиях малой дозы бактерий, так и в условиях сепсиса.

Новая технология открывает возможность широкого ряда применений. Например, в одной серии экспериментов ученые кардинально улучшили так называемую «активную» доставку наноагентов к клеткам-мишеням. При таком способе доставки наночастица идентифицирует клетку-мишень с помощью специфической молекулы, например, антитела против клеточного рецептора CD4, который присутствует на Т-клетках крови. Доставка лекарств к этим клеткам может быть полезна для лечения ряда аутоиммунных и других заболеваний. Если мышам за 12 часов до введения наночастиц вводили антитела против эритроцитов, то частицы циркулировали не 3–5 минут, как обычно, а уже около часа. Этот эксперимент наглядно показал, что разработанный метод цитоблокады обладает огромным потенциалом. Далее была продемонстрирована эффективность метода для онкотерапии.

«Мы наблюдали повышение эффективности доставки нанопрепаратов на каждом типе рака, с которым пробовали делать эксперименты», — говорит Иван Зелепукин, соавтор статьи, младший научный сотрудник ИБХ РАН и МФТИ.

МЕТОД MPQ

Авторы отметили, что повышение эффективности частиц в организме четко коррелировало с продлением их циркуляции в кровотоке. Такую корреляцию удалось подтвердить благодаря собственной уникальной разработке ученых, а именно — высокочувствительному методу регистрации магнитных частиц MPQ (от англ. magnetic particle quantification). Он позволяет неинвазивно (то есть без забора крови) регистрировать кинетику выведения частиц из кровотока. «Данный метод не только позволил измерять содержание частиц в кровотоке в реальном времени, но и вообще дал возможность провести это исследование. Для работы потребовалось измерить такое гигантское количество кинетик, что другие известные методы в принципе не позволили бы это проделать в разумные сроки», — комментирует Пётр Никитин, соавтор исследования, заведующий лабораторией биофотоники ИОФ РАН.

Особенность новой разработки заключается в том, что ее тестирование можно начать в ближайшее время за счет использования комбинации уже допущенных препаратов, упомянутых выше. Эта платформенная технология может оказаться более результативной, чем метод «ПЭГилирования», который заключается в маскировании поверхности частиц оболочкой из полиэтиленгликоля.

Иван Зелепукин

Авторы исследования полагают, что разработка открывает двери для широкого внедрения самых современных наноагентов с основным упором на функциональность, а не на «маскирующую» оболочку. Новые биомедицинские наноматериалы, созданные в соответствии с самыми смелыми идеями в области наук о материалах, могут быть оперативно внедрены в исследовательскую практику in vivo, а затем быстро усовершенствованы для клинического использования.

Оригинальная статья: Enhancement of the blood-circulation time and performance of nanomedicines via the forced clearance of erythrocytes; Maxim P. Nikitin et al; Nature Biomedical Engineering.**зн**

Механизм ускоренной эволюции

Анастасия Власова

В генах мозга обнаружен избыток особых длинных интронов.

КНИГА ЖИЗНИ

Известно, что ДНК кодирует информацию о строении и функционировании живых организмов. В этой «книге жизни» последовательно, нуклеотид за нуклеотидом записана информация обо всех белках и РНК, образующихся в клетке. Фрагмент ДНК, кодирующий информацию об одном белке, называют геном, а способ «перевода» последовательности ДНК в аминокислотную последовательность белка — генетическим кодом.

Со времен открытия генетического кода получено множество информации о структуре генов живых организмов. Стало известно, что гены эукариот (организмов, имеющих ядро) «раздроблены». Внутри гена между кодирующими участками, называемыми экзонами, присутствуют некодирующие фрагменты ДНК — интроны. При созревании РНК таких генов происходит вырезание интронов и сшивание экзонов — процесс, называемый сплайсингом.

ЗАЧЕМ НУЖНЫ ИНТРОНЫ

Наличие интронов делает возможным альтернативный сплайсинг — процесс выборочного сшивания различных экзонов, что позволяет получить различающиеся последовательности белка с одного гена. Это обеспечивает количество различных белков в клетках, значительно превосходящее общее количество генов. Также важным механизмом эволюции генов, в котором участвуют интроны, является так называемое «перемешивание экзонов». В этом процессе, например, «лишний» экзон может добавиться между двумя другими экзонами гена в процессе рекомбинации. Таким образом возникают новые гены.

Известно, что интроны могут иметь различную длину (от нескольких десятков пар до нескольких сот тысяч пар нуклеотидов), а также различную фазу. Интроны фазы 0 расположены между кодонами (тремя последовательно стоящими нуклеотидами, кодирующими одну аминокислоту), фазы 1 — после первого нуклеотида кодона, фазы 2 — после второго.

ПРЯМАЯ РЕЧЬ

Евгений Баулин, сотрудник лаборатории прикладной математики ИМПБ РАН и кафедры алгоритмов и технологий программирования МФТИ:

— Этот механизм обеспечивает ускоренную эволюцию межклеточных и мембранных белков у животных, в частности, наиболее молодых из них — белков, обеспечивающих передачу нервных импульсов в клетках мозга.

ДЛИНА И ФАЗА

Биоинформатики из Института математических проблем биологии РАН и МФТИ проанализировали, как соотносятся между собой длина и фаза интронов у человека и мыши. «До нас никому не приходило в голову изучить связь длины интрона с его фазой — потому что здравый смысл говорит о том, что никакой связи между ними быть не должно (как между ростом человека и цветом его глаз, например)», — комментирует Евгений Баулин.

К удивлению авторов исследования, была обнаружена группа генов, содержащих необычно много длинных (более 50 тысяч пар нуклеотидов) интронов фазы 1. Причем такие гены были связаны с передачей нервного импульса в мозге.

Проведя детальный анализ множества научных публикаций, исследователи смогли собрать пазл разрозненных фактов в стройную картину. Оказалось, что наличие интронов фазы 1 у данной группы генов объясняется в большинстве случаев наличием в начале белков особой аминокислотной последовательности, сигнального пептида. Задача этого пептида — направить белок к месту его работы, в случае рецепторов нервных клеток — в плазматическую мембрану. В свою очередь, относительно большая длина данных интронов тоже косвенно связана с наличием сигнального пептида.

В результате работы авторы смогли расшифровать стройную и цельную картину механизма перемешивания экзонов в генах, содержащих сигнальный пептид, а также участия длинных интронов фазы 1 в этом процессе.

Оригинальная статья: Brain-related genes are specifically enriched with long phase 1 introns; E. F. Baulin et al; Plos One. **ЗН**

РНК-секвенирование для диагностики рака

Анна Чуносова

ИММУНОГИСТОХИМИЯ

Классическим методом в диагностике онкологических заболеваний является иммуногистохимическое окрашивание срезов опухолевой ткани. Этот метод позволяет выявить наличие и измерить количество особых белков-маркеров, характерных для злокачественных новообразований. Для проведения процедуры иммуногистохимического окрашивания образец опухоли погружают в горячий парафин. После остывания блок парафинизованной ткани нарезают на тонкие срезы, которые окрашивают и исследуют под микроскопом. Полученные изображения позволяют судить о злокачественности и молекулярном типе опухоли, что крайне важно для подбора подходящей терапии.

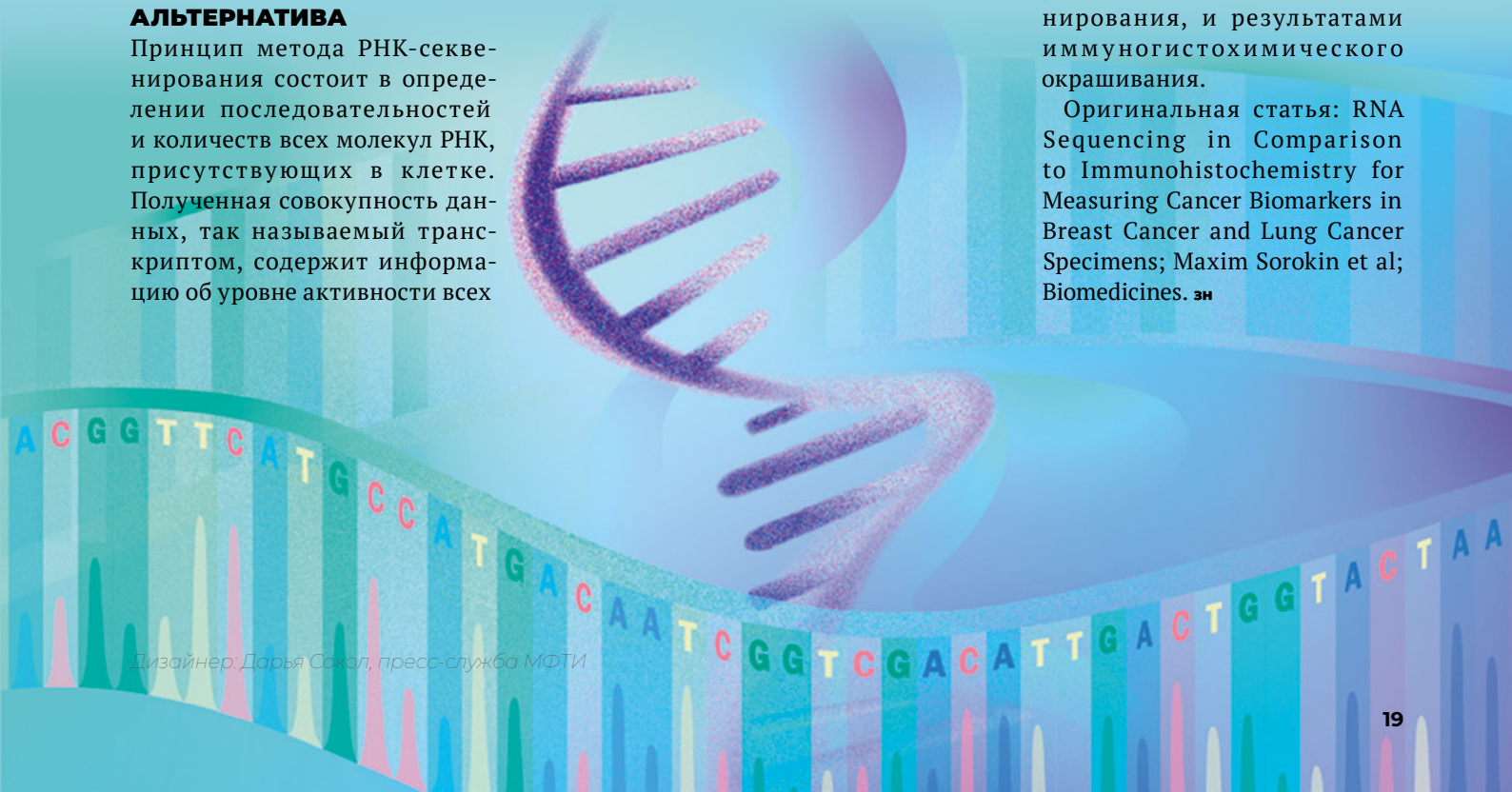
АЛЬТЕРНАТИВА

Принцип метода РНК-секвенирования состоит в определении последовательностей и количеств всех молекул РНК, присутствующих в клетке. Полученная совокупность данных, так называемый транскриптом, содержит информацию об уровне активности всех генов в клетке. Для анализа таких больших объемов данных биоинформатики применяют специализированные алгоритмы, создают базы данных транскриптомов различных клеток и тканей человека. Ученые из МФТИ, Института персонализированной медицины, Института биоорганической химии им. М. М. Шемякина и Ю. А. Овчинникова и медики из нескольких онкологических центров проверили интересную гипотезу.

Авторы работы предложили использовать метод РНК-секвенирования как альтернативу и дополнение к классическому методу иммуногистохимии. Причем в качестве биоматериала предложено использовать те же парафинизованные фрагменты опухоли. Это позволяет избежать дополнительного взятия биопсии у пациента, к тому же оба подхода легко комбинируются.

В своем исследовании ученые для нескольких видов опухолей показали наличие четкой корреляции между уровнем экспрессии четырех разных генов-маркеров опухоли, измеренных методом РНК-секвенирования, и результатами иммуногистохимического окрашивания.

Оригинальная статья: RNA Sequencing in Comparison to Immunohistochemistry for Measuring Cancer Biomarkers in Breast Cancer and Lung Cancer Specimens; Maxim Sorokin et al; Biomedicines. **зн**



Дизайнер: Дарья Сокол, пресс-служба МФТИ

ПРЯМАЯ РЕЧЬ

Антон Буздин, заведующий лабораторией трансляционной геномной биоинформатики МФТИ:

— Мы впервые показали, что результаты этих двух методик прекрасно соответствуют друг другу, только для иммуногистохимических исследований нужно сделать намного больше экспериментов — столько, сколько биомаркеров нужно посмотреть, — и потратить гораздо больше материала. А РНК-секвенирование позволяет сразу количественно охарактеризовать работу всех белок-кодирующих генов, которых около 20 тысяч! Мы уверены, что у РНК-секвенирования большое будущее в медицинской диагностике, и очень рады, что наша работа, как мы надеемся, хоть немного смогла его приблизить.

Вода в кристалле

Елена Егорова

Обнаружено новое фазовое состояние нанолокализованной воды.

ЭЛЕКТРОДИПОЛЬНЫЕ РЕШЕТКИ

Ученые лаборатории терагерцовой спектроскопии Центра фотоники и двумерных материалов МФТИ совместно с российскими и зарубежными коллегами открыли новое фазовое состояние нанолокализованной воды.

ПРЯМАЯ РЕЧЬ

Михаил Белянчиков, научный сотрудник лаборатории терагерцовой спектроскопии МФТИ:
— Мы ищем новые фазы упорядочения электродипольных решеток, т. е. набора взаимодействующих «точечных» электрических диполей. Электродипольные решетки являются одним из типов сегнетоэлектриков, свойства которых могут оказаться крайне полезными при разработке новых приборов микроэлектроники.

ПОРЫ В КРИСТАЛЛЕ

Исследователи поместили отдельные молекулы воды, обладающие довольно большим дипольным моментом, в своего рода диэлектрическую матрицу, роль которой исполняет кристаллическая решетка цеолитов. Она содержит периодически распределенные поры нанометрового размера, в которые при росте кристалла захватываются отдельные молекулы H_2O. В результате получается кристалл с находящимися в этих порах молекулами воды, которые практически не связаны с ионами матрицы-решетки, но взаимодействуют между собой посредством электрического дипольного взаимодействия. Такого типа образцы электродипольных решеток удобны как для экспериментальных исследований, так и для теоретического анализа.

Электродипольная решетка, изученная в опубликованной работе, была создана на основе одного из цеолитов — кристалла кордиерита. При температуре 3 К в трехмерной решетке нанолокализованных молекул воды ученые обнаружили все характерные признаки сегнетоэлектрического фазового перехода типа «порядок — беспорядок».

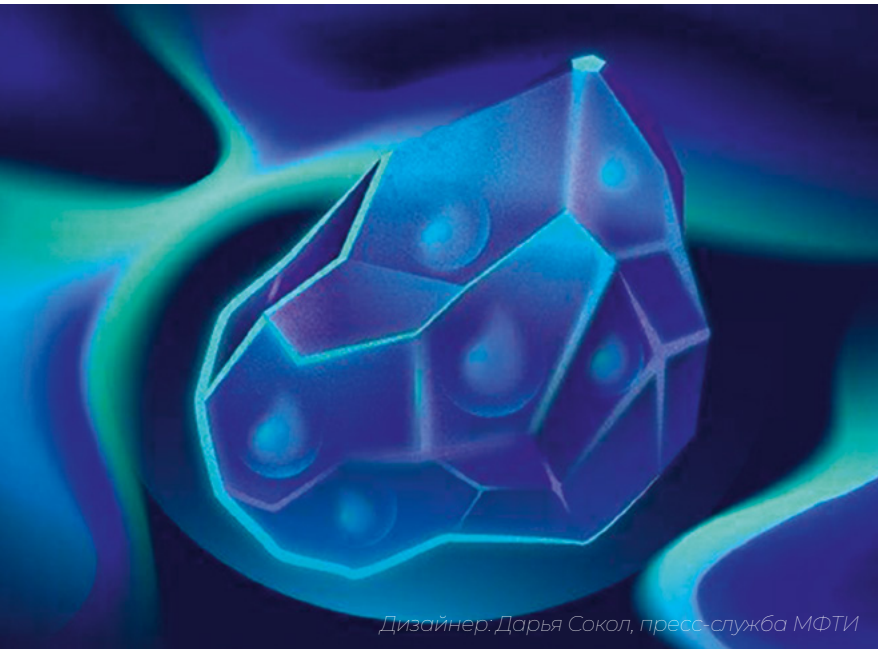
НОВАЯ ФАЗА

Для анализа и интерпретации экспериментальных результатов было применено компьютерное моделирование методом Монте Карло и методом теории функционала плотности для численного решения многочастичного уравнения Шредингера.

Компьютерное моделирование позволило понять, как выглядит упорядоченная фаза на наноразмерных масштабах. Эта фаза оказалась необычной: она представляет собой сосуществование сразу двух видов упорядочений дипольных моментов молекул воды — сегнетоэлектрического и антисегнетоэлектрического. Кроме того, картина упорядоченных водяных диполей имеет ряд особенностей, например, доменную структуру, возникающую вследствие неполного заполнения пор молекулами воды.

Обнаруженное явление может найти ряд применений в области технологий сегнетоэлектриков, искусственных квантовых систем, а также в биосовместимой наноэлектронике.

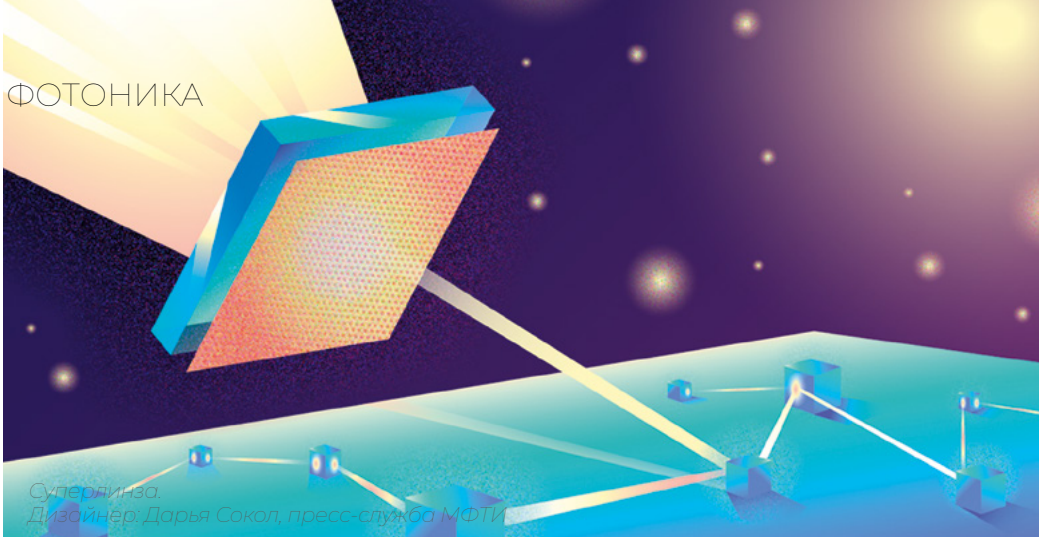
Оригинальная статья: Dielectric ordering of water molecules arranged in a dipolar lattice; M. A. Belyanchikov, et al.; Nature Communications. **ЗН**



Дизайнер: Дарья Сокол, пресс-служба МФТИ

ПРЯМАЯ РЕЧЬ

Борис Горшунов, руководитель работы, заведующий лабораторией терагерцовой спектроскопии МФТИ:
— Вместе с фундаментальной важностью, результаты исследований свойств нанолокализованных молекул воды могут сыграть важнейшую роль при создании приборов биосовместимой наноэлектроники. Эта бурно развивающаяся область обещает чрезвычайно эффективные электронные устройства на основе биологических материалов.

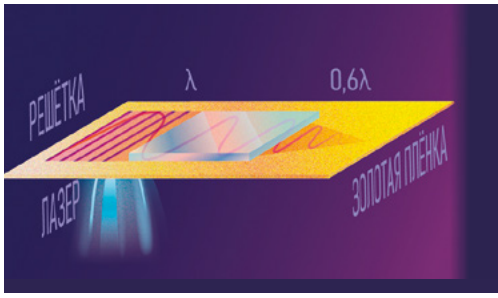


Суперлинза.
Дизайнер: Дарья Сокол, пресс-служба МФТИ

Николай Посунько

Уплотнение световых волн необходимо, чтобы переносить сигнал в микросхемах, которые будут работать быстрее электроники.

Суперлинза сжала свет до наномасштаба



Лазерный импульс, падающий на золотую пленку, преобразуется в поверхностные плазмоны-поляритоны — особые электромагнитные колебания, которые распространяются в плоскости металлической пленки и, проходя сквозь квадратную диэлектрическую частицу, фокусируются до 60% исходной длины волны. Чем сильнее фокусировка, тем миниатюрнее может быть техника. Дизайнер: Дарья Сокол, пресс-служба МФТИ

ФОТОННЫЕ ЧИПЫ

Масса электрона мала, но не равна нулю, поэтому его нельзя мгновенно привести в движение. Если бы вместо электронов микросхемы оперировали фотонами — частицами света, техника работала бы намного быстрее. Но изготовленный сегодня фотонный чип будет иметь огромные размеры. Миниатюризация требует локализации световой волны в минимальном объеме. В идеале нужно собрать свет в пятно размером менее 50% длины волны, что невозможно сделать обычной линзой, — это фундаментальное ограничение называется дифракционным пределом.

МЕТАЛИНЗА

Ученые из России и Дании сконструировали фокусирующий элемент, который способен превратить свет в особый вид электромагнитных волн со сжатием до 60% длины исходного излучения и потенциалом преодолеть дифракционный предел. Изготовленная коллективом металинза представляет собой квадратный кусок диэлектрика размером 5 на 5 микрометров и толщиной 0,25 микрометра. Эта частица помещена на золотую пленку толщиной 0,1 микрометра, на обратной стороне которой нанесена рельефная решетка (рисунок 1).

ПРЯМАЯ РЕЧЬ

Валентин Волков, Директор Центра фотоники и двумерных материалов МФТИ:
Экспериментальное наблюдение плазмонных струй стало возможным благодаря объединению усилий ученых нашего центра и коллег из Москвы, Томска и Копенгагена. Наше сотрудничество будет продолжено — в ближайшем будущем мы продемонстрируем другие интересные эффекты, связанные с образованием, распространением и применением плазмонных струй.

ПЛАЗМОННЫЙ ДЖЕТ

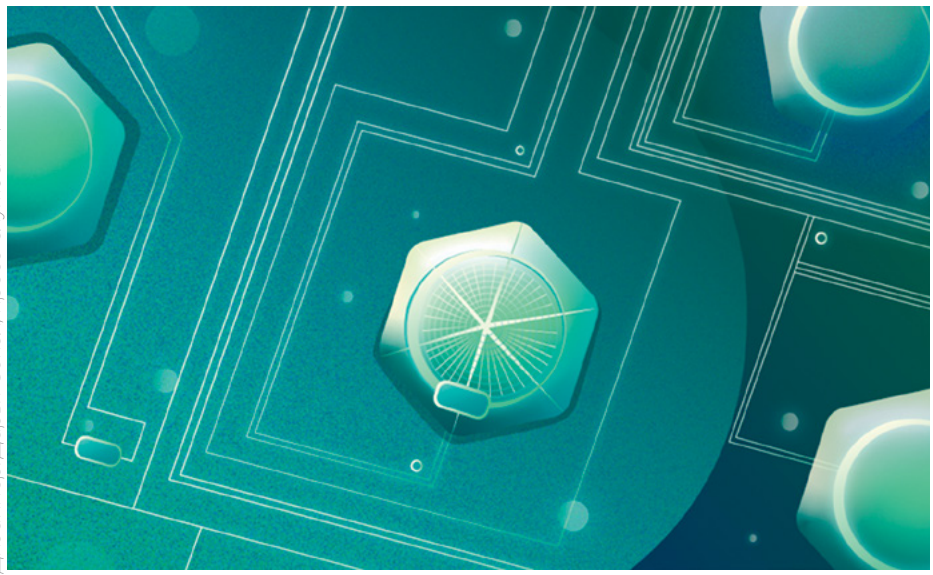
При облучении такой системы лазером в плоскости раздела между золотом и диэлектриком возникает возмущение в виде так называемого поверхностного плазмона-поляритона. Ценность этого превращения в том, что поверхностные плазмоны-поляритоны поддаются субволновой фокусировке, то есть их можно локализовать сильнее, чем породивший их лазерный импульс.

Замдиректора ИСВЧПЭ РАН Дмитрий Пономарёв поясняет принцип уплотнения волн в суперлинзе: «Поверхностная плазмонная волна имеет разную фазовую скорость на краях и в центре диэлектрика, из-за чего фронт волны изгибается и на задней поверхности диэлектрика формируется плазмонная наноструя — область высокой плотности плазмонов-поляритонов».

«Если струя из фотонов трехмерная (так называемая фотонная наноструя), то из плазмонов — двумерная. Ее габариты меньше, а значит, в дальнейшем устройства, в которых может быть применен этот эффект, могут стать миниатюрнее, а локализовать электромагнитное излучение можно в очень маленькой области», — рассказывает Игорь Минин, инициатор работы, профессор Томского политехнического университета.

Таким образом можно сильно локализовать излучение и манипулировать «сжатым светом» на наномасштабе.

Оригинальная статья: Plasmonic nanojet: an experimental demonstration Igor V. Minin et al; Optics Letters. **зн**



Дизайнер: Дарья Сокол, пресс-служба МФТИ

Материал для тепловизоров

Екатерина Жданова

Как пленки диоксида ванадия становятся проводящими

(НЕ)ПРОВОДИМОСТЬ

Тонкие — примерно 100 нм — пленки диоксида ванадия (VO_2) в обычном состоянии не проводят электрический ток. При небольшом нагреве сопротивление падает — может уменьшиться даже в 100 тыс. раз. Так нагреться пленка может, например, когда на нее подадут напряжение. Это свойство используют при разработке высокоскоростных переключаемых устройств и датчиков для постоянного тока или переменного сигнала терагерцового, микроволнового, оптического и инфракрасного диапазонов.

Ученые обнаружили способность пленок VO_2 становиться проводящими в середине прошлого века. Но до сих пор точный механизм изменения свойств материала был неизвестен. Понимание процесса позволило бы синтезировать тонкие пленки с заранее заданными свойствами: температурой, при которой меняются проводящие свойства, или отношением сопротивлений до и после нагревания.

«Одно из самых многообещающих приложений разработанного материала — это чувствительные элементы для перспективного неохлаждаемого болометра. Болометр — основа тепловизора. Применение пленок VO_2 способно увеличить чувствительность и скорость реакции существующих на текущий момент тепловизоров, расширив область их применения на быстродвижущиеся объекты», — комментирует Виктор Полозов, аспирант Физтех-школы физики и исследований им. Ландау.

ПРЯМАЯ РЕЧЬ

Александр Рахманов, профессор кафедры электродинамики сложных систем и нанофотоники Физтех-школы физики и исследований им. Ландау:

—Теоретические расчеты совпали с экспериментальными, причем для пленок с различной структурой, нанесенных на различные подложки. Мы сделали вывод, что данный механизм универсален — то есть все тонкие пленки VO_2 становятся проводящими при нагревании именно таким образом.

ГИПОТЕЗА И ЭКСПЕРИМЕНТ

Исследователи из МФТИ предположили, что смена состояния пленки VO_2 происходит по следующему сценарию: сначала пленка нагревается, в каких-то местах ее возникают проводящие области. Затем проводящие области образуют канал, благодаря которому пленка становится проводящей. При дальнейшем нагреве этот канал расширяется, а сопротивление пленки уменьшается.

Этот процесс называется «режим с обострением». Подобные процессы раньше уже обнаруживали и в других материалах. Чтобы доказать, что в пленках VO_2 при нагреве реализуется такой же сценарий, ученые провели эксперименты.

С одной стороны, исследователи синтезировали пленки с различными свойствами, потом измерили их вольт-амперную характеристику и температурную зависимость сопротивления. С другой стороны, пользуясь готовыми моделями для описания процессов с обострением, они теоретически смоделировали температурную модель сопротивления и вольт-амперную характеристику (ВАХ) пленок.

Ученые подтвердили свое предположение. Зная, что переход происходит именно по такому механизму, исследователи могут моделировать данный процесс.

Это позволит увеличить чувствительность и разрешение тепловизоров на основе таких пленок.

Оригинальная статья: Blow-up overheating instability in vanadium dioxide thin films; V. I. Polozov et al.; Physical Review B. **ЗН**

Сибирская амазонка

Алена Гупаисова

Генетический анализ исторического материала дал неожиданные результаты.

СКИФЫ

Древний воинственный кочевой народ — скифы — существовал в VIII в. до н. э. — IV в. н. э., в основном в степях между нижним течением Дуная и Дона. Основной источник сведений о скифах — сочинения античных авторов — Геродота, Гиппократа и Плиния Старшего. Во многих мифах о той эпохе, в частности у Геродота, есть упоминания об амазонках — племени женщин-воительниц, живущих на западе, на побережье Азовского и Черного морей. Однако до недавнего времени не было подтверждений подобного явления на востоке, у сибирских скифов.

В 1988 году археологи ИИМК РАН обнаружили уникальный скифский могильник, относящийся к VII в. до н. э. В одной из колод было мумифицированное тело подростка, погребенное вместе с оружием и амуницией.

ПРЯМАЯ РЕЧЬ

Харис Мустафин, заведующий лабораторией исторической генетики МФТИ:

— Нам предложили провести исследование на предмет происхождения этого юного воина по отцовской линии. Когда мы посмотрели фрагменты ДНК, увидели и короткие, и длинные локусы, а локусов, связанных с Y-хромосомой, — нет. Основываясь на этих результатах, мы предположили, что имеем дело не с юношей, а с девушкой, которая была захоронена таким своеобразным образом. И после комплекса исследований, которые мы провели еще несколькими способами, очень подробно и тщательно, доказали, что имеем дело с останками юной девушки, которая, видимо, росла и воспитывалась как молодой воин.

В ходе генетических исследований, проведенных лабораторией исторической генетики МФТИ в этом году, оказалось, что это на самом деле девушка. Об амазонках писал Геродот в V в. до н. э. Через 2,5 тыс. лет этот миф нашел подтверждение.

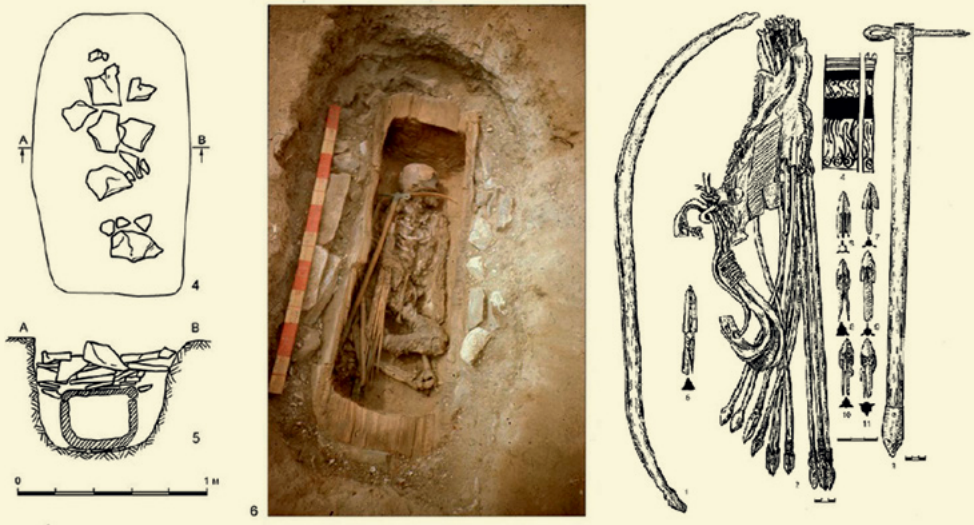


Фото. Захоронение подростка в колоде, лук, колчан со стрелами, наконечники стрел и чекан. Источник: Stratum plus

НАХОДКА

Могильник Сарыг-Булун открыли во время археологических раскопок неподалеку от Тувы по правому берегу Верхнего Енисея в 1988 году. В одном из погребений в деревянной колоде, выдолбленной из цельного куска дерева, было обнаружено тело ребенка, предположительно юноши 12–14 лет, с полным комплектом вооружения: чеканом, колчаном со стрелами и луком. Благодаря особой, изолированной от внешних воздействий среде произошла естественная частичная мумификация тела и хорошо сохранились многие органические материалы.

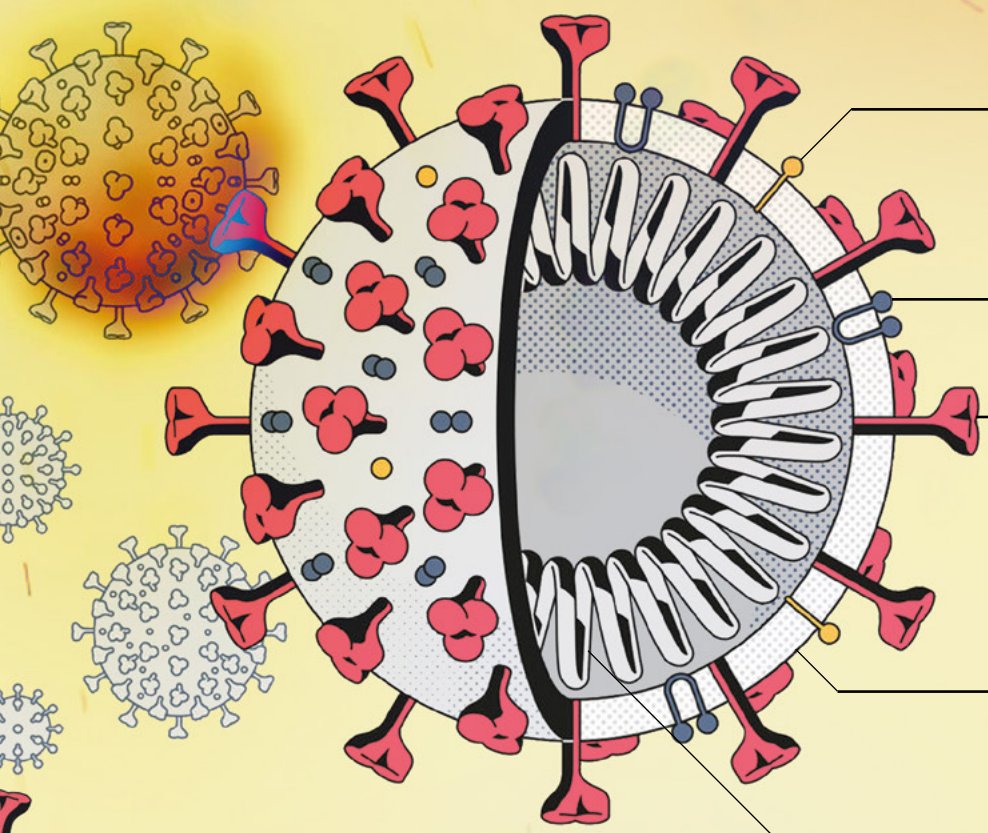
Новые естественнонаучные подходы, появившиеся в последние годы, позволяют археологам дополнить исторические исследования генетическими. Сложнейший анализ могут провести всего несколько лабораторий в мире. Одна из них — лаборатория исторической генетики МФТИ.

ГЕНЕТИЧЕСКАЯ АРХЕОЛОГИЯ

Для генетического анализа в лабораторию были предоставлены три зуба и часть кожи. После проведения очистки образцы измельчили в костную муку, из которой выделили ДНК. Для определения пола провели количественную и качественную оценку ДНК, а также анализ гена амелогенина с помощью PCR. Отсутствие в исследованной ДНК Y-хромосомы было подтверждено также по результатам широкогеномного секвенирования ее методом NGS.

Результаты работы позволят по-новому взглянуть на культуру и быт скифских племен и лучше узнать историю человека.

Оригинальная статья: Уникальное захоронение ребенка раннескифского времени на могильнике Сарыг-Булун (Тува); М. Е. Килуновская и др.; Stratum plus, 2020, №3. **ЗН**



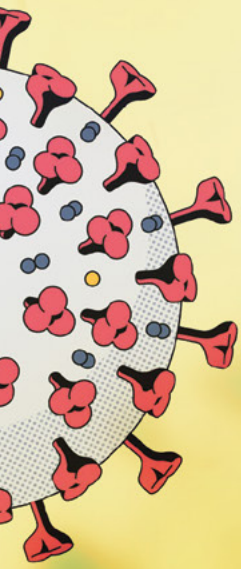
Белок оболочки вируса (Белок E)
Белок, погруженный в липидную мембрану вируса, может выполнять функции ионного канала.

Мембранный белок вируса (Белок M)
Трансмембранный белок оболочки вируса.

Спайк-гликопротеин (Белок S)
Крупный тримерный белок, формирующий «корону» вируса, видимую на микроскопических снимках. Ответственен за распознавание рецептора на поверхности клеток человека, обеспечивает проникновение вируса в клетку.

Липидная оболочка вируса
Оболочка покрывает вирион и несет на себе вирусные белки, ответственные за проникновение в клетку.

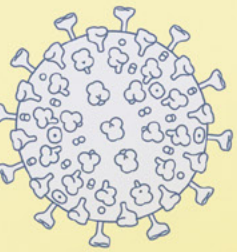
РНК вируса
РНК вируса компактно упакована внутри вириона за счет связи с белком нуклеокапсида.



Биофизика и вирусология: подходы разные, враг — общий

Пандемия COVID-19 унесла большое количество жизней и нанесла серьезный ущерб во многих сферах деятельности человека. Эта катастрофа — настоящий вызов мировому научному сообществу. Медики, биологи, химики, специалисты в самых разных науках сосредоточили свои усилия на разработке противовирусных препаратов, создании вакцин и других средствах борьбы с пандемией. Выпускники и сотрудники МФТИ внесли и продолжают вносить значительный вклад в борьбу с общим врагом.

Анастасия Власова



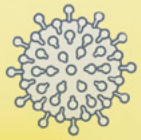


Фото: Manuel Bortoletti

ПАНДЕМИЧЕСКИЕ ХРОНИКИ

31 декабря 2019 года власти Китая официально объявили о первых случаях заражения неизвестной инфекционной пневмонией. Уже через несколько дней было показано, что возбудитель относится к семейству коронавирусов. Меньше двух недель потребовалось на расшифровку генома данного вируса, который был опубликован и загружен в базу данных GenBank 10 января 2020 года. Начиная с этого момента ученые всего мира получили доступ к «книге генетических инструкций», имеющейся у нового патогена. Знание систематической принадлежности и сравнение последовательности генома нового коронавируса с геномами уже известных вирусов сразу дало исследователям большое количество новой информации.

20 января 2020 года китайскими исследователями была подтверждена возможность передачи SARS-CoV-2 от человека к человеку. Это открытие показало всю серьезность ситуации. Практически тогда же, 21 января 2020, был опубликован филогенетичекий анализ SARS-CoV-2 и методами моделирования предсказано его взаимодействие с рецептором ACE2. Последний находится на клетках дыхательного тракта, и вирус использует его для проникновения в клетку. Позже это было подтверждено экспериментально. В частности, к началу марта были получены трехмерные структуры белка вируса, взаимодействующего с рецептором ACE2. Примерно в то же время количество подтвержденных случаев COVID-19 по всему миру достигло 20 тысяч, и 11 марта Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) объявила о начале пандемии.

ПРЯМАЯ РЕЧЬ

Михаил Щелканов, выпускник МФТИ, заведующий лабораторией вирусологии ФНЦ Биоразнообразия ДВО РАН:

— После публикации генома нового вируса, для которого позже было утверждено название SARS-CoV-2, стало понятно, что он принадлежит к группе бетакоронавирусов. Зная общие особенности представителей данной таксономической группы, мы сразу же могли в общих чертах представить себе особенности физиологии SARS-CoV-2, а также предложить вполне конкретные практические рекомендации по защите от заражения и лечению заболевания. Так, например, знание о наличии у вируса липидной оболочки говорит о том, что против него будут эффективны все хорошо известные жирорастворяющие дезинфектанты.

Наличие в общем доступе генома вируса и актуальность его исследования для медицины и общества привели к стремительному накоплению научных данных. В середине августа 2020 года по запросу «SARS-CoV-2» в поисковых системах можно было найти более 70 тысяч научных публикаций.

КАКОВ ОН

Внутри коронавируса SARS-CoV-2 содержится РНК, связанная с белками нуклеокапсида. Снаружи вирион покрыт липидной оболочкой. Ее вирус получает от клетки-хозяина, в которой происходит его размножение. У вируса SARS-CoV2 в мембране присутствуют три вида белков. Самый крупный из поверхностных белков вируса, S-белок (от англ. Spike) образует на поверхности вируса крупные «шипы». Именно этот белок ответственен за взаимодействие с рецептором ACE2 на плазматической мембране клетки-хозяина и последующее проникновение в клетку человека.

После этого проникновения вирусная РНК запускает внутри клетки-хозяина «конвейер» по производству новых вирусных частиц. Клетка-хозяин имеет защитные системы, препятствующие копированию в ней чужеродной РНК и синтезу с нее белков. Вирус же применяет множество хитростей, чтобы эти системы обойти. Например, геном вируса состоит из длинной РНК, кодирующей около десятка белков. Эта РНК имеет в своем начале особый сигнал, с которого начинается синтез белков в клетках эукариот (организмов, клетки которых имеют ядро). Однако этот сигнал единственный, и это озна-

Европейский рентгеновский лазер на свободных электронах (European XFEL), Германия, ©XFEL

чает, что с данной РНК будет синтезироваться только один — первый — белок.

Тем не менее вирусы отряда Nidovirales (к которым относится SARS-CoV-2) нашли блестящее решение проблемы с помощью комбинаторики. Каждый ген обладает способностью рекомбинировать таким образом, что образуется РНК, имеющая сигнал и начинающаяся с данного гена. Таким образом, если пронумеровать гены, то в результате такой рекомбинации в клетке будут присутствовать РНК-сигнал-1-2-3..., сигнал-2-3-4..., сигнал-3-4-5... и т. д. При этом с каждой РНК считывается для синтеза белка только один, первый ген. Так в итоге в клетке появятся все белки, необходимые для сборки новых вирусных частиц.

Наличие в общем доступе генома вируса привело к стремительному накоплению научных данных.

Вирус SARS-CoV-2 синтезирует всего около десятка видов белков, однако этого достаточно для осуществления всех процессов инфицирования клеток и размножения вируса. Любопытно, что по этой причине многие вирусные белки оказываются мультифункциональными — выполняют несколько, на первый взгляд, не связанных между собой функций.

СТРУКТУРНАЯ БИОЛОГИЯ ВИРУСНЫХ БЕЛКОВ

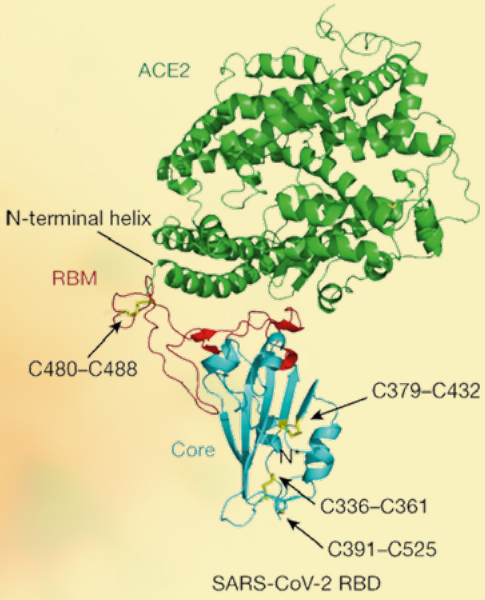
Исследования вирусных белков крайне важны для понимания процессов размножения вирусов, а также разработки противовирусных препаратов и будущих вакцин. Как в технике форма детали определяет ее роль в работе механизма, так и в биологии трехмерная форма макромолекул, в частности, белков неразрывно связана с их функцией. Структурная биология представляет собой раздел науки, посвященный получению и исследованию трехмерных структур биологически важных макромолекул. Структурные биологи используют современные биофизические методы для точного определения координат всех атомов в белке. Далее, используя вычислительные алгоритмы, строят трехмерную компьютерную модель исследуемой молекулы. На базе такой модели возможно проведение виртуального компьютерного скрининга огромных библиотек веществ — потенциальных модуляторов активности данного белка. Использование виртуального скрининга (in silico) позволяет из миллионов веществ отобрать около сотни кандидатов, наиболее хорошо взаимодействующих с исследуемым белком и подавляющих его активность. Эти вещества — потенциальные лекарства. Их далее тестируют в функциональных экспериментах in vitro и уже в реальном эксперименте исследуют их способность подавлять активность белка. Наиболее эффективно показавшие себя вещества-кандидаты далее с участием фармкомпаний проходят доклинические и, в случае успеха, клинические испытания.

Одной из главных сложностей применения данного подхода к белкам вирусов является большое количество времени, которое уходит на прохождение всех этапов, в то время как возникновение новых вирусов требует быстрого реагирования. Однако методы и оборудование постоянно совершенствуются, процесс получения новых структур становится все более автоматизированным и более быстрым.

ДЛЯ СПРАВКИ

Современные технологии получения и исследования структур мембранных белков позволяют на уровне отдельных атомов и групп атомов проследить механизм функционирования белка.

«В случае SARS-CoV-2, когда потребовалось реагировать быстро, например, китайские исследователи прошли весь процесс от гена до получения трехмерной структуры вирусного белка буквально за неделю, — комментирует Валентин Борщевский, заместитель заведующего лабораторией перспективных исследований мембранных белков МФТИ. — Более того, до сих пор все мировые крупные научные установки по получению трехмерных структур белков дают зеленый свет проектам по SARS-CoV-2, выделяя время на исследование таких образцов вне очереди».



Структура комплекса рецептор-связывающего домена (RBD) S-белка SARS-CoV2 и человеческого рецептора ACE2. ©Nature

КСТАТИ

В случае SARS-CoV-2, когда потребовалось реагировать быстро, китайские исследователи прошли весь процесс от гена до получения трехмерной структуры вирусного белка буквально за неделю.

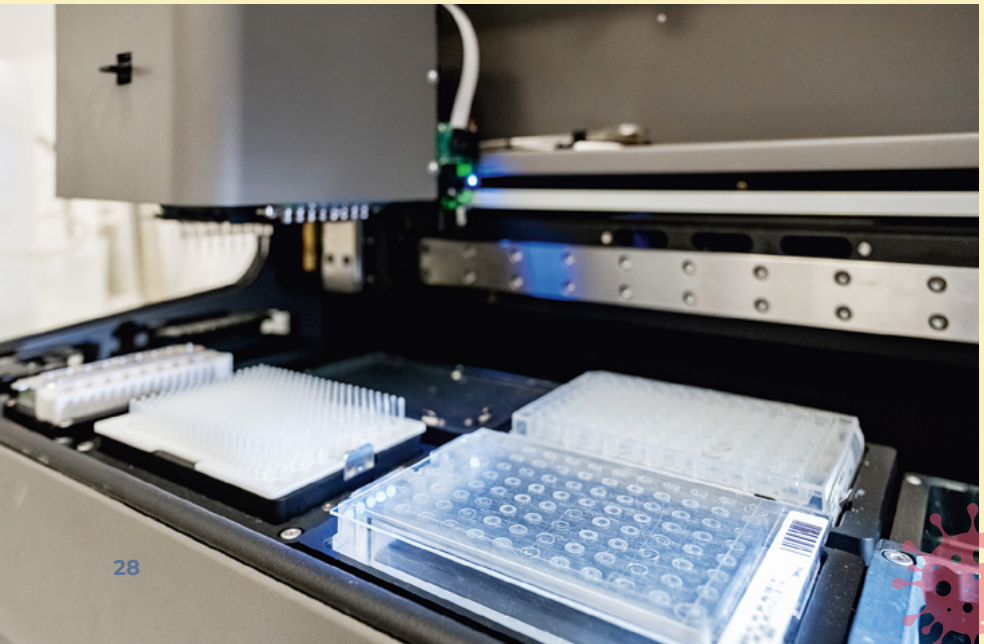
Вирус SARS-CoV-2 по структуре вириона относят к группе оболочечных вирусов. Такие вирусы имеют липидную мембрану, которую они «воруют» у клетки-хозяина. В этой мембране обычно находится несколько типов вирусных белков, необходимых в первую очередь для слияния вируса с клеткой-хозяином.

У SARS-CoV-2 три типа мембранных белков, один из которых является ионным каналом. «Наличие ионных каналов у вирусов — не редкость. Появился даже специальный термин — виропорины, вирусные белки, способные формировать ионные каналы», — объясняет Михаил Щелканов, заведующий лабораторией вирусологии ФНЦ Биоразнообразия ДВО РАН. «Виропорины имеются, например, у вируса иммунодефицита человека, у вирусов гриппа А и В, у коронавирусов. Ионные каналы, как правило, необходимы для изменения pH-среды либо внутри вириона как один из этапов высвобождения нуклеокапсида (как это происходит у вирусов гриппа А и В), либо внутри цистерн эндоплазматического ретикулума при сборке дочерних вирусных частиц (как это происходит у коронавирусов)».

В обоих случаях понимание особенностей работы виропоринов и механизма изменения pH-среды внутри вириона крайне важно для разработки противовирусных препаратов.

Вирус SARS-CoV-2 по структуре вириона относят к группе оболочечных вирусов. Такие вирусы имеют липидную мембрану, которую они «воруют» у клетки-хозяина.

Исследователи проводят поиск веществ, способных блокировать вирусные ионные каналы. Это потенциальные лекарства. Неспособность изменять pH внутри вириона должна привести к нарушению размножения вируса в организме и остановке развития инфекции.



Робот NT8 Formulatrix, раскапывающий образцы в плашки для кристаллизации

ПРЯМАЯ РЕЧЬ

Валентин Борщевский, заместитель заведующего лабораторией перспективных исследований мембранных белков МФТИ:

— Работа с мембранными белками, по сравнению с водорастворимыми, является весьма трудоемкой. Имея большой опыт в данной области, мы чувствовали своим долгом заняться исследованием мембранных белков SARS-CoV-2. Практически сразу после того, как стал доступен геном вируса, мы наметили потенциально интересные для нас белки SARS-CoV-2. У нас ранее были проекты по родственным вирусным белкам, так что мы имели в руках весь инструментарий. Но кроме опыта и знаний, которые, безусловно, необходимы, в науке есть место и удаче. Наши сотрудники поставили эксперимент по выращиванию кристаллов белка из SARS-CoV-2 буквально в последний день перед закрытием лаборатории на карантин. А в первый день после карантина пришли и увидели выросшие кристаллы!

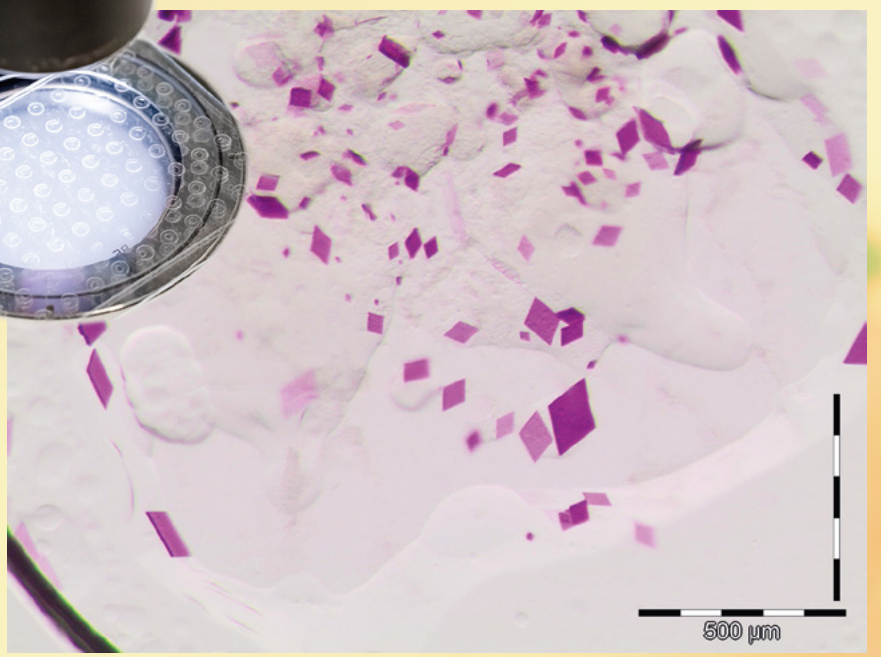
ИССЛЕДОВАНИЯ В МФТИ

В лаборатории перспективных исследований мембранных белков МФТИ изучают различные ионные каналы. Накопленный опыт работы с похожими белками позволил быстро включиться в работу с ионным каналом SARS-CoV-2. Вначале ученые синтезировали этот белок в лабораторных условиях. Процесс начали с получения гена, который был заказан в январе, — сразу же, как только стала доступна последовательность генома вируса. Далее белок производили при помощи модифицированных методов генетической инженерии бактерий E. coli. После синтеза белка следовал не менее трудоемкий этап очистки. В середине марта был получен очищенный обра-

зец белка, пригодный для получения из него кристаллов.

Вырастить кристаллы ионного канала из SARS-CoV-2 было необходимо для получения его трехмерной структуры. Кристаллы этого белка выращивали в специальных условиях, в так называемых липидных кубических фазах. Так называются трехмерные структуры, состоящие из липидных бислоев, которые образуют периодическую решетку. Такое окружение близко к биологической мембране и позволяет мембранному белку «чувствовать себя как дома». В то же время свободная диффузия мембранных белков внутри такой системы способствует образованию кристаллов. Исследователям хорошо известно, что получить кристаллы мембранных белков непросто.

Но ученым из МФТИ повезло: кристаллы ионного канала SARS-CoV-2 выросли. Теперь требуется провести эксперимент по получению трехмерной структуры белка на установке XFEL (X-ray Free Electron Laser). Такая установка представляет собой огромный (несколько километров в длину) линейный ускоритель электронов, при торможении которых возникает высокоинтенсивное рентгеновское излучение, аналогичное излучению лазера. Кристаллы ионного канала SARS-CoV-2 имеют небольшой размер, поэтому для решения структуры этого белка требуются измерения на установке XFEL. Таких установок существует всего несколько в мире. Авторы уже подали заявки на измерения на установках XFEL в Германии и Японии.



Кристаллы мембранного белка семейства родопсинов под микроскопом

ДЛЯ СПРАВКИ

Вирус SARS-CoV-2 синтезирует всего около десятка видов белков, однако этого достаточно для осуществления всех процессов инфицирования клеток и размножения вируса.

РАЗНЫЕ ПОДХОДЫ — ЕДИНЫЕ ЦЕЛИ

Современные технологии получения и исследования структур мембранных белков позволяют на уровне отдельных атомов и групп атомов проследить механизм функционирования белка. Однако вирусологи советуют биофизикам быть осторожнее с тем «миром детерминизма», который возникает при получении трехмерной структуры белков и их более крупных ансамблей.

«В случае вирусов мы еще очень далеки от переноса тех моделей, которые у нас есть, на реальные вирусные популяции. Дело в том, что популяция вирусов, даже в одной клетке, — это всегда, так сказать, “облако вариантов”, подвижная стохастическая система с нечеткими границами. Здесь возникает интересная аналогия с физикой: реальное функционирование вирусной популяции скорее напоминает стохастичность квантовой механики. Когда я учился в МФТИ, мне казалось, что вирусологу квантовая механика никогда не пригодится в работе. Как же я ошибался! — рассказывает Михаил Щелканов. — Уникальность биологического образования в МФТИ, на мой взгляд, как раз и заключается в том, что фундаментальные биологические концепции последовательно укладываются в базис ощущения мироздания через физические законы».

Действительно, структурные биологи обычно получают довольно ограниченный набор трехмерных структур для одного белка. Однако возникают новые технологии, а существующие методики совершенствуются. В частности, уже упоминавшиеся установки XFEL позволяют получить структурные данные о популяции довольно крупных частиц, например, вирионов. В дальнейшем планируется повысить разрешение таких установок для исследования молекулярных ансамблей. **ЗН**

Кровное антитело

В ИБХ РАН на борьбу с коронавирусом направили генную инженерию

Анна Чуносова

Барельефы отцов-основателей института — академиков М. М. Шемякина и Ю. А. Овчинникова

Когда COVID-19 бросил невиданный прежде вызов мировой науке, им занялись научно-исследовательские учреждения всех стран. Институт биоорганической химии им. М. М. Шемякина и Ю. А. Овчинникова РАН успешно использовал свои многолетние достижения для создания теста на коронавирус и разработки вакцин и лекарств от ковида.

«Мы занимаемся антителами почти тридцать лет. Еще в начале 90-х в Science вышла первая публикация, посвященная открытым нами каталитическим антителам, гидролизующим ДНК. Кроме того, у нас в институте очень сильны направления генной инженерии, трехмерного рентгеноструктурного анализа. Мы активно работаем с аутоиммунными процессами, антибиотиками. Поэтому идея заняться тестами на коронавирус возникла совершенно закономерно: эта тема нам определенно по силам», — рассказывает академик Александр Габибов, директор ИБХ РАН и руководитель исследования.

В Институте биоорганической химии занялись одновременно и вакциной, и тестом. Начали в апреле. Тогда казалось, что много времени было потеряно, но тем не менее в мае тест-система была уже готова к клиническим испытаниям. Над вакцинами работа продолжается.

Даже с учетом огромных возможностей такого института два месяца — чрезвычайно короткий срок для серьезной научной разработки, особенно в условиях пандемии.

ПРЯМАЯ РЕЧЬ

Александр Габибов, академик, директор ИБХ РАН:

— Во-первых, мы расширили спектр белков-носителей антигенных детерминант в составе тест-системы до трех. Во-вторых, использовали смесь конъюгатов к диагностически важным классам антител — IgA, IgG, IgM. В-третьих, получение рекомбинантных белков, входящих в тест-систему, не связано с клетками млекопитающих или насекомых, а предполагает использование бактериальной культуры. Это более выгодно с точки зрения затрат.

АЗБУКА ИММУНОЛОГИИ

Когда Александр Габибов принял решение поручить своим сотрудникам борьбу с коронавирусом, он сформировал команду специалистов из разных лабораторий и опытного производства института.

Для людей с таким гигантским опытом в генной инженерии антител идея выглядела вполне убедительно. Тест работает на определение количества в крови человека белков плазмы крови — антител, возникающих на определенных этапах болезни. Это называется

«иммуноферментный анализ». Из пяти типов антител, присущих человеку, с точки зрения вирусных болезней интересны три: иммуноглобулины A, M и G. Ученые обозначают их IgA, IgM и IgG соответственно.

Иммуноглобулин A производится клетками слизистых оболочек — например, легких. Коронавирус нового типа заражает именно такие клетки, поэтому IgA — самый важный для тестирования. Антитела IgA появляются в крови человека уже на второй-третий день и остаются в ней до конца болезни.

Чуть позже, на пятый-шестой день, появляются антитела IgM. Ближе к концу болезни, примерно на третьей-четвертой неделе они сменяются иммуноглобулином G. Именно наличие IgG имеют в виду, когда говорят про иммунитет к вирусу.

Даже когда человек выздоравливает и все остальные специфичные к вирусу антитела пропадают, IgG у него остаются. Эти антитела обеспечивают человеку иммунитет: должны пройти месяцы после болезни, чтобы количество иммуноглобулина G упало до необнаруживаемого уровня.

Тест-системы, разработанные в Институте биоорганической химии, способны обнаруживать в сыворотке или плазме крови человека антитела сразу трех классов — IgM, IgG, IgA, — и это значительно повышает их специфичность. Специфичность отражает долю отрицательных результатов, которые правильно идентифицированы именно как отрицательные, то есть вероятность того, что здоровые люди будут классифицированы как небольные.

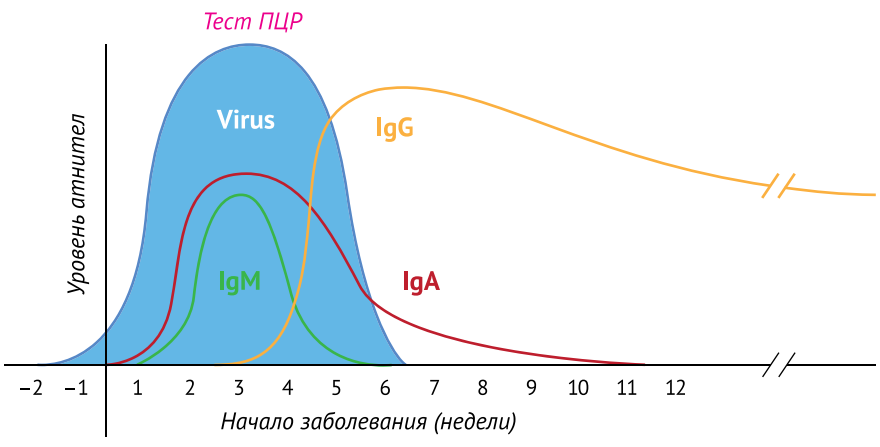
ЛОВУШКА ДЛЯ АНТИТЕЛА

Получается, по мере течения болезни набор иммуноглобулинов в крови человека однозначно меняется. Например, присутствие IgA и IgM говорит о начале заболевания, а всех трех классов антител сразу — о его конце. Поэтому достаточно поймать в крови иммуноглобулины и отличить их друг от друга. Задача создателей теста свелась, таким образом, к поиску хорошей «наживки».

Раньше в таких случаях использовали белки, выделенные из оболочки самого вируса. Но наука не стоит на месте, и сейчас ученые уже могут создавать копии частей вируса искусственно — достаточно знать его генетическую последовательность. Из нее вырезают кодирующий нужный белок кусочек и вставляют его в геном кишечной палочки. Кишечная палочка считает такого подкидыша своим и производит чужой белок наравне с остальными. Такие белки — точные копии настоящих, но созданные в пробирке — называются рекомбинантными.

После обработки флюоресцентным составом на плашке проявляются разные цвета для каждого антитела. По их комбинации делают выводы о статусе болезни

Период выявления антител IgA, IgM, IgG, к SARS-CoV-2



Длина структурных белков коронавирусов может быть от 73 до 1 273 аминокислотных остатков. Ученым ИБХ удалось подобрать фрагменты белков из таких мест и такой длины, что тест получился очень эффективным. И кишечную палочку E.coli в качестве основы тоже выбрали не случайно: этот выбор сильно удешевляет производство. В ИБХ РАН имеется большой опыт использования подобной технологии и получения продуктов в условиях собственного лицензированного биотехнологического производства.

Ученые решили взять не один, а три рекомбинантных белка, →

по реальным прообразам которых антитела узнают вирус. Их поместили в лунки планшета и закрепили на нем. Теперь, если в этот же планшет нанести сыворотку крови человека, находящиеся в ней антитела примут искусственные белки за настоящие и свяжутся с ними. После этого планшет промывают специальным раствором, и в результате все лишнее устраняется.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ДОКАЗАНА

Клинические испытания тест-системы проводили совместно с Центральной клинической больницей РАН. Двое сотрудников института работали в «красной зоне» больницы.

Всего на базе ЦКБ РАН протестировали более пятисот человек. Результаты соответствовали симптоматике: положительный результат теста подтверждался клиническими наблюдениями. Параллельно результаты работы тест-системы сравнивали с зарегистрированным набором АО «Генериум».

Оба теста практически полностью совпадали по положительным и отрицательным результатам, но тест-система ИБХ РАН оказалась более чувствительной. Было меньше

Академик Александр Габибов представляет тест-систему. В одной коробке — набор, достаточный для тестирования 196 человек.

случаев появления сомнительного — ложноположительного или ложноотрицательного — результата.

Перебором различных компонентов и методик испытания ученым удалось снизить число людей с сомнительным результатом до 2%, не потеряв в итоговой точности. Так как тесты обычно делают три раза, то риск ложноположительного или ложноотрицательного результата падает в итоге до десятитысячных долей процента.

РАБОТА НА ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

«Наша группа занимается прежде всего вакцинами. Тест — это скорее побочный продукт», — признается Татьяна Бобик, научный сотрудник ИБХ РАН и один из руководителей исследования.

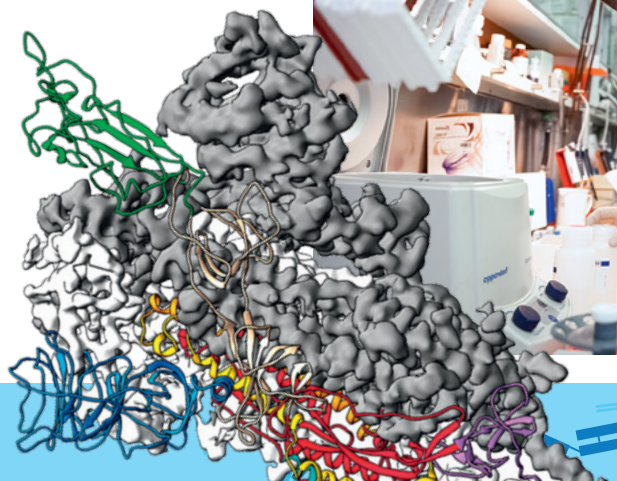
Одновременно с разработкой тест-системы в Институте биоорганической химии идет создание двух вариантов вакцины к SARS-CoV-2. Первая идея — та, из которой и родился тест, — основана на вирусоподобных частицах. Так называют вирусы, лишенные генетического материала и, следовательно, незаразные. Если к вирусоподобной частице прицепить фрагменты коронавируса, то организм примет ее за настоящий коронавирус и выработает иммунитет.

Ученые ИБХ РАН конструируют вирусоподобные частицы на основе гепатита В со спайк-белком коронавируса на поверхности. Спайк-белок отвечает за проникновение вируса в клетку: он взаимодействует с рецепторами на оболочках эпителиальных клеток, выстилающих легкие. В ответ на введение такой частицы в крови появятся антитела, «узнающие» спайк-белок. Они защитят клетки, если организм столкнется с настоящим коронавирусом.

Пока есть технические проблемы: не получается добиться контролируемой сборки вирусоподобных частиц. На примете у исследователей имеется еще один вариант антигена (белка, к которому могут выработаться

Выпускница ФБМФ МФТИ Маргарита Баранова работает над комбинированной ДНК-белковой вакциной

Спайк-белок образует на поверхности вируса крупные «шипы»



антитела) — в виде внутреннего нуклеокапсидного белка. Ученые продолжают искать оптимальный способ собрать нужную частицу.

Вторая разработка — ДНК-белковая вакцина. В мире исследуются более 100 кандидатных вакцин против SARS-CoV-2, однако описываемая вакцина не имеет аналогов и использует способ вакцинации, объединяющий подходы nucleic acid based и protein based.

Принцип ее работы в том, чтобы доставить в клетку последовательность ДНК, кодирующую тот же самый спайк-белок. Тогда собственные клетки человека начнут производить его, и выработается иммунный ответ. Такие частицы уже созданы совместно с компанией «Фармсинтез», но исследование пока не закончено.

Исследования биологической активности и безопасности ведутся на базе Испытательного центра института в Пущино на лабораторных животных. Создаваемый препарат будет проверен на трансгенной линии мышей с человеческим рецептором.

ПРЯМАЯ РЕЧЬ

Иван Смирнов, заместитель директора по научной работе:

— Мы уже провели первый раунд испытаний с 16 вариантами вакцин и выбрали из них три, которые дали самый высокий уровень нейтрализующих антител. Это те антитела, которые не только связываются с антигеном, а еще и мешают вирусу взаимодействовать с клетками. По сути, ведь цель вакцины — защитить организм, а для этого нужны нейтрализующие антитела. Сейчас мы запускаем второй раунд оценки, уже более прицельный.

Коллектив сотрудников ИБХ РАН, принимавших участие в разработке тест-систем (слева направо): Никита Костин, Георгий Скрябин, Юлиана Мокрушина, Александр Габибов, Мария Симонова, Полина Цабай, Татьяна Бобик, Иван Смирнов. Фото ИБХ РАН

ЧТО БУДЕТ ДАЛЬШЕ

Тест-система и вакцины — не единственные проекты Института биоорганической химии по борьбе с COVID-19. Программа противодействия коронавирусу включает еще и создание лекарств на основе нейтрализующих антител. Ученые разрабатывают терапевтические нейтрализующие моноклональные антитела, которые могут служить заменителем сыворотки переболевших. Это будет генно-инженерное человеческое антитело.

Идет разработка вирус-нейтрализующего препарата на основе растворимой части человеческого рецептора ACE2 и иммуноглобулина G (ACE2-Fc). Это будет противовирусный препарат широкого спектра действия. Уже завершено получение генетической конструкции, проводятся эксперименты по тестированию препарата.

Идет сбор материала для серьезного геномного исследования. «Уже понятно, что не у всех людей возникает одинаковый ответ вирусу. Итальянцы, китайцы, американцы исследуют генетическую предрасположенность на своих популяциях. Мы занимаемся сбором данных по людям с российскими корнями. Для этого необходимо делать полное геномное секвенирование и сравнивать геномы, искать корреляции. Министерство науки и высшего образования предоставило нам дополнительное финансирование — тридцать миллионов рублей. Мы решили потратить их на исследование связей между генотипами больных и течением заболевания у молодых пациентов без сопутствующих хронических заболеваний, — рассказывает Александр Габибов — Ковид вообще затронул самые основы фундаментальной науки. Вот так же в 80-е годы, когда появился СПИД, очень сильно поднялась наука иммунология. И сейчас тоже происходит гигантский рывок во многих научных направлениях». **зн**

ИННОВАЦИИ ПРОТИВ **ТРАДИЦИЙ**

Анна Чуносова

Еще зимой, когда пандемия только разгоралась, китайские медики заметили у больных нарушения свертываемости крови. Большинство тяжелых пациентов страдали от тромбозов: их кровь сгущалась, закупоривая артерии и вены. В России этой проблемой занялся Фазли Атауллаханов, член-корреспондент РАН и профессор МФТИ.

ПЕРВАЯ ФАЗА: ДЕЛО В ТРОМБАХ

«Я уже лет 25, если не больше, занимаюсь свертыванием крови. Когда я увидел у пациентов явные признаки нарушений свертывания, у меня появилась гипотеза. Но нужно было ее проверить», — рассказывает Фазли Атауллаханов. Он обратился за помощью к академику Александру Румянцеву — президенту НМИЦ ДГОИ имени Дмитрия Рогачёва. Связи и авторитет Румянцева позволили быстро, в течение месяца привлечь к участию в исследовании 12 больниц.

Первая фаза исследования заключалась в сборе статистики: нужно было доказать, что повышенная свертываемость крови действительно характерна для тяжело больных коронавирусом. Тромбозы возникают по всему организму как побочный эффект, но особенно опасно закупоривание сосудов органов дыхания. Тромбы в легких блокируют кровоток. Если в какую-то область их поверхности кровь перестанет поступать, клетки легких погибнут. Начнется развитие ДВС-синдрома. Для таких пациентов прогноз нерадостен: 70% случаев заканчиваются смертью.

В порядке кровь больного, или же есть риск формирования тромбов, добровольцы проекта — студенты медбиофарма — определяли тестом «Тромбодинамика». Эта система, разработанная компанией ГемаКор, способна с высокой точностью выявлять нарушения свертываемости крови. «Тромбодинамика» моделирует сосуд кюветой, покрытой появляющимся на месте повреждения белком. В искусственных условиях тромб растет точно так же, как в организме, и по скорости роста и размерам сгустка можно сделать выводы о склонности пациента к ненормальному тромбообразованию.

«ГемаКор — большие молодцы. Они бесплатно дают приборы, наборы, помогают с закупкой всего необходимого для этой деятельности. Они делают огромную работу совершенно бескорыстно, — отмечает Фазли Атауллаханов. — Им и Роснано большое спасибо».

Первая фаза исследований завершилась успехом: собранных к концу июня данных хватило, чтобы достоверно подтвердить гипотезу. Чем тяжелее болел человек, тем сильнее была нарушена свертываемость его крови. А с помощью «Тромбодинамики» можно было предсказать риск образования тромбов еще до развития симптомов. Таким образом, вовремя и корректно назначенная терапия кроверазжижающим средством могла спасти больного от опасных осложнений.

ВТОРАЯ ФАЗА: ПЕРСОНАЛИЗАЦИЯ

В индивидуальном расчете дозировки антикоагулянта (кроверазжижающего средства) для каждого пациента и заключался второй этап исследования. Больных поделили на две группы: одних лечат стандартным методом, а вторых — под контролем «Тромбодинамики». Объем кроверазжижающего каждый раз зависит от результатов теста: пациент получает ровно столько гепарина, сколько нужно именно ему. Фазли Атауллаханов предполагает, что персонализированная терапия окажется эффективнее.

Вторая фаза сложнее: если в первой добровольцы просто брали кровь пациента и смотрели, что с ней происходит, то сейчас врач должен лечить больного,

основываясь на этом анализе. Нужно разобраться в теме, научиться работать с результатами, правильно менять дозировку. Это трудно, особенно в условиях переполненных больниц, и многие врачи отказываются участвовать в исследовании.

Именно из-за нехватки врачей не получается на данный момент собрать статистику по достаточному числу пациентов. За три недели, которые шла работа в 52-й больнице, через исследование прошло всего 15 человек — это очень мало. Фазли Атауллаханов опасается делать преждевременные выводы: «Это пока даже результатом считать нельзя. Слишком маленькая цифра. Но есть ощущение, что пациентов вернулось из реанимации больше обычного».

Помимо 52-й больницы, принимать больных продолжает 40-я — Коммунарка. Профессор Атауллаханов надеется, что там работа пойдет активнее: главврач поддерживает исследование. На организацию процессов и обучение врачей ушел весь июль, поэтому исследования в 40-й больнице только начинаются. Тем не менее поток больных в Коммунарке — около 40 человек в сутки, и можно рассчитывать собрать достаточно серьезную статистику к концу августа.

ВНЕСТИ СВОЙ ВКЛАД

Почти всю работу делают добровольцы — по большей части студенты. Их задача выглядит на первый взгляд просто: поставить пробирку с кровью в центрифугу, отделить плазму, запустить «Тромбодинамику», отдать результат. Но неизвестно заранее, когда привезут больного. Поэтому два человека в защитных костюмах круглосуточно дежурят в лаборатории. Условия работы в действительности довольно тяжелые.

«В этих обстоятельствах ребятам, конечно, приходится несладко. Но они большие молодцы, замечательно себя показали. С большим энтузиазмом работали, в том числе и ночью, поскольку это трехсменная работа. В общем, делали все безотказно и очень хорошо», — рассказывает Фазли Атауллаханов.

Несмотря на близкий контакт с кровью зараженных и постоянное нахождение в «горячих точках», ни один из добровольцев не заболел. В этом заслуга профессора: он настоял на поселении волонтеров в съемные квартиры и соблюдении ими жесткой изоляции. «У некоторых болели родные. Отселение их и спасло. Они остались здоровыми и не принесли заразу в больницы, лаборатории», — рассказывает он.

Многие ребята работают с самого начала проекта. Им пора отдохнуть, но их некому заменить. А в сентябре начинаются занятия — студентам придется оставить волонтерство. Поэтому Фазли Атауллаханов снова собирается искать добровольцев и подбирать команду на сентябрь.

«Все медленно раскручивается, мы не успеваем. Я надеялся, что, как и первую, вторую фазу мы проведем за два месяца. Но уже не получится. Придется продлить эту работу на сентябрь, а то и дальше. Поэтому нам очень нужны добровольцы и дополнительное финансирование. В общем, трудностей хватает», — рассказывает организатор исследования.

ДЛЯ СПРАВКИ

Первая фаза исследования заключалась в сборе статистики: нужно было доказать, что повышенная свертываемость крови действительно характерна для тяжело больных коронавирусом.

РАБОТАЛИ ЗА ИДЕЮ

Недостаток врачей, добровольцев и, следовательно, данных от пациентов — не единственная проблема исследования. Несмотря на относительную дешевизну проекта — добровольцы работали на голом энтузиазме — финансирования недостаточно. Денег, полученных от Роснано, хватило только на первый этап: на них арендовали квартиры и купили защитные костюмы для добровольцев.

Помогли обычные люди: краудфандинговая платформа Planeta собрала больше миллиона за первые же недели. Этого хватит, чтобы продолжить исследование, но пока не будет финансирования от государства, платить полноценную зарплату врачам и добровольцам не из чего.

«Мы посылали в Минздрав все наши протоколы, знакомили их с результатами. И мы знаем, что они получили эти письма. Они их отправляли на рецензии экспертам в этой области, и, насколько я знаю, рецензии были положительные. Но финансирования нет пока. Минздрав молчит», — говорит Фазли Атауллаханов.

ТРЕТЬЯ ФАЗА: ДАЛЬШЕ — БОЛЬШЕ

Пока трудно делать выводы, но гипотеза Фазли Атауллаханова об эффективности персонализированной терапии с большой вероятностью подтвердится. После этого он собирается значительно расширить исследования.

Профессор уверен, что рано или поздно борьба с коронавирусом даст результат. Но его исследования несут больший смысл, чем лечение одной конкретной болезни. Опыт и знания, приобретаемые сейчас, можно будет использовать для борьбы со многими другими инфекционным заболеваниями — поражающими легкие, в первую очередь. Они могут быть вызваны другими вирусами и бактериями, необязательно COVID-19.

«Идея, которую мы прорабатываем, — общая для всех воспалений легких. Она в значительной степени не зависит от свойств самого вируса. Поэтому она будет дальше внедряться в медицину — если результат будет положительным, конечно», — резюмирует Фазли Атауллаханов. **зн**

Вячеслав Мещеринов

Иллюстрация Дарьи Сокол

КОРОННЫЙ ПРОГНОЗ

Пандемии не раз за историю человечества уносили миллионы жизней. В предыдущие эпохи людям приходилось проверять верность своих методик борьбы с невидимым врагом путем проб и ошибок. Последние месяцы мы наблюдаем за развитием новой пандемии в режиме онлайн, а разрабатываемые математические модели дают возможность оценить параметры распространения вируса и построить вероятные сценарии развития эпидемии для каждого города. С их помощью ретроспективно определяют эффективность конкретных административных вмешательств для последующей корректировки стратегии борьбы с эпидемией. О построении таких моделей на начальных этапах распространения вируса мы поговорили с представителями научной группы из МФТИ и ФИАН.

В ГУЩЕ МАТЕМАТИКИ

Как и во многих других научных сферах, в создании эпидемиологических моделей существует дихотомия между тем, что нужно сделать для того, чтобы расчет описывал реальность, и иллюстративными расчетами, демонстрирующими механизмы распространения инфекции. Иллюстративные расчеты, которые показывают общие механизмы и глобальные эффекты, всегда упрощены до такой степени, чтобы эти механизмы проявить. И большая часть литературы по эпидемиям, включая те статьи, которые рассматривают неоднородность передачи вируса, относится именно к этой научной категории. Однако для описания частностей происходящего эти обобщенные модели не слишком подходят.

Для того, чтобы создать модель, которая описывает реальность, нужно построить симуляцию, в которой заражение является вероятностным и будет зависеть от частоты контактов и размеров популяции. В симуляцию необходимо зало-

жить соответствующие временные шкалы. Кроме того, нужно учесть эмпирические данные о том, сколько дней носитель вируса заражает других людей, и ключевой параметр для таких моделей — количество людей, которых в среднем заражает инфицированный человек (R0). При R0 меньше единицы эпидемия начинает затухать, а при значениях больше единицы число вновь инфицированных растет и эпидемия набирает силу. Величина R0 зависит от особенностей вируса, доли населения, получившей иммунитет в ходе болезни или в результате вакцинации, а также от жесткости карантинных мер. При этом человек может быть бессимптомным носителем вируса, или же у него проявятся признаки болезни. Во втором случае при проявлении симптомов он довольно быстро перестает заражать окружающих, потому что болеет дома либо в больнице. Но если больной бессимптомный, то он продолжает заражать других. Затем нужно выяснить, какой процент заболевших из оказавшихся в больнице попадает на ИВЛ, то есть оказывается «тяжелым», и оценить процент смертей.

Для того, чтобы создать модель, которая описывает реальность, нужно построить симуляцию, в которой заражение является вероятностным и будет зависеть от частоты контактов и размеров популяции

Одна из стандартных моделей, которые позволяют отследить глобальные эффекты, называется SIR (Susceptible — число восприимчивых к инфекции людей, Infectious — зараженные носители вируса, Recovered — выздоровевшие или умершие). С помощью этой модели можно определить наличие или отсутствие эпидемического порога в зависимости от числа акторов (действующих лиц) и количества контактов между ними. Это хорошо для иллюстрации качественной классификации карантинных режимов, но для более-менее детального прогноза по конкретному городу необходимы конкретные числа. А вложить конкретные числа в подобные модели нельзя, потому что они оперируют усредненными величинами. Вероятностная картина в таких моделях оказывается слишком грубой для количественных прогнозов. Общий характер кривых, полученных при помощи модели SIR и ей подобных, описывающих развитие эпидемии для разных городов, может быть схож. Но использовать кривые, полученные для Майкопа, при анализе ситуации в Москве нельзя. Поэтому приходится писать симуляцию, основанную на числах и карантинных мерах, характерных для каждой отдельной агломерации.

При этом становится все более заметен тот факт, что эпидемия COVID-19 характеризуется большим числом заражений со стороны меньшинства инфицированных людей. То есть предположение об однородности передачи инфекции в традиционных моделях хорошо перемешанных групп S, I и R не работает. Такое сильное отклонение рассматривается учеными как результат краткосрочных событий с экстремальной скоростью распространения вируса от человека на пике инфекционности при посещении большого скопления людей — на свадьбе, похоронах либо просто в кафе или баре.

ВЗГЛЯД ИЗ ДОЛГОПРУДНОГО

В начале весны в МФТИ состоялась встреча с представителями Минздрава, по результатам которой небольшая научная группа занялась созданием новой агентной эпидемиологической модели для российских городов. В состав этой группы вошли:

- директор Физтех-школы прикладной математики и информатики, заведующий лабораторией продвинутой комбинаторики и сетевых приложений, заведующий кафедрой дискретной математики Андрей Райгородский;
- заведующий лабораторией математического моделирования сложных систем отделения теоретической физики ФИАН, профессор кафедры дискретной математики МФТИ Андрей Леонидов;
- научный сотрудник МФТИ и ФИАН Екатерина Серебрянникова;
- научный сотрудник ФИАН Сергей Васильев.

ПРЯМАЯ РЕЧЬ

Андрей Райгородский, директор Физтех-школы прикладной математики и информатики, заведующий лабораторией продвинутой комбинаторики и сетевых приложений, заведующий кафедрой дискретной математики:

— Во второй половине марта к нам обратился министр здравоохранения Михаил Мурашко. Поскольку было понятно, что времени на долгую и кропотливую работу нет, нам не ставили задачу создать модель, которая будет достаточно точно описывать поведение огромного города. Задача состояла в том, чтобы построить модель, которая может дать достаточно правдоподобные предсказания для любой агломерации. Это позволило бы понять, как можно административно отреагировать на складывающуюся ситуацию, не развалив по пути экономику. Поэтому мы интерпретируем результаты работы нашей модели именно как рекомендацию к определенным административным действиям.

Самая подробная модель, учитывающая транспортные потоки и множество видов гетерогенности в городской системе, создавалась в США на протяжении 5 лет. Эту модель использовали в Сбербанке, дорабатывая ее конкретно под эпидемиологическую ситуацию в Москве. Но тогда подробных данных еще не было, и это стало главным недостатком модели. Можно учесть очень тонкие характеристики в сложной сети взаимодействий между людьми в рамках графовой модели. Но на это потребовалось бы несколько месяцев, которых не было на момент начала эпидемии в России. В то время уже намечался экспоненциальный рост числа заболевших. Нужно было оперативно принимать решения по вводу тех или иных ограничений.

Поэтому чрезвычайно актуальной была задача построить модель, которая достаточно быстро выдавала бы адекватные представления о существующих рисках при разных вариантах развития эпидемии. С опорой на прогнозы риски должны были административно минимизироваться, после чего можно было бы уже меньшие риски учесть при пересчитывании параметров модели.

«Мы развивали свою модель на старте эпидемии в России. В течение апреля мы взаимодействовали с Минздравом по Москве, затем давали свои прогнозы для Пскова. С Адыгеей работаем до сих пор. Наша модель — агентная, она подходит для любого города, если для него известны входные параметры. Есть общие параметры, которые относятся к болезни как таковой. Есть численность акторов — население города. И есть конкретные даты — когда появился первый заболевший, когда были приняты ограничительные меры и так далее. Получив входные данные, мы написали мощную симуляцию, потому что нас попросили сделать ее сперва для Москвы. А в Москве 12 млн агентов», — говорит соавтор модели Андрей Леонидов.

Минздрав предоставлял создателям модели ключевые параметры — среднее количество зараженных от одного носителя и временную длительность. Один параметр — число бессимптомных носителей вируса — по мере развития эпидемии корректировался. Остальные параметры, по словам авторов модели, оставались почти неизменными.

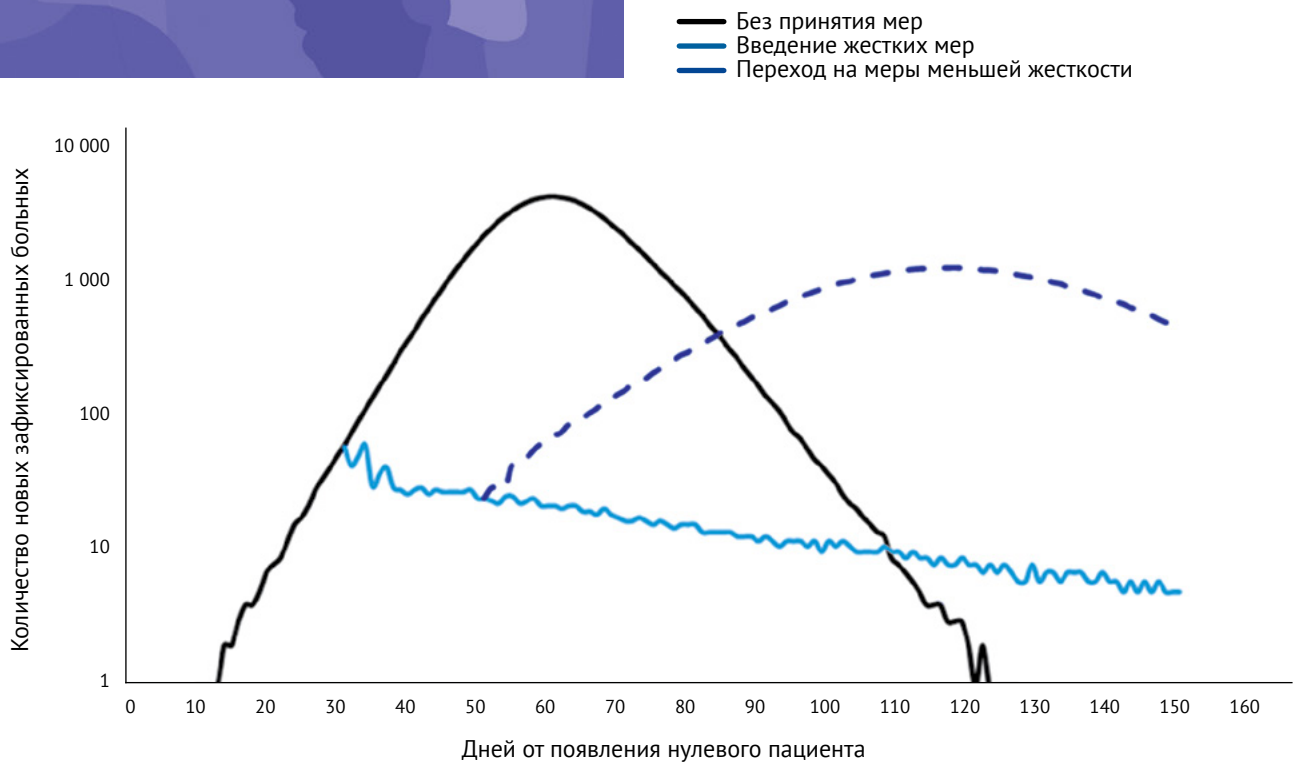
ВЕЕР ПРЕДСКАЗАНИЙ

Развитие эпидемии решающим образом зависит от того, какие меры принимаются властью. Однако модель того, каков будет отклик такой сложной системы на административные действия, построить не получается. Ограничительные меры могут вводиться в разных местах более или менее строго, к тому же соблюдаться жителями разных агломераций могут по-разному. Заранее можно получить лишь «веер предсказаний», то есть веер возможных кривых, иллюстрирующих разные сценарии развития событий. Основной результат прогнозов, полученных для крупных городов и иных агломераций с большим числом контактов между людьми, — показательная картина того, что если ничего не делать, не вводить ограничения на перемещение жителей и другие административные меры, то, скорее всего, число переболевших будет очень быстро расти и выйдет на плато только после заражения около 60% населения. А это гарантирует большое число смертей из-за невозможности оказать медицинскую помощь всем нуждающимся на пике заболеваемости.

Была задача построить модель, которая достаточно быстро выдавала бы адекватные представления о существующих рисках при разных вариантах развития эпидемии.

«Прогноз меняется в зависимости от жесткости принимаемых мер, и мы давали его по текущей ситуации с учетом уже введенных ограничений. Мы несколько раз просчитывали ситуацию по Москве и по Адыгее. Созданная нами модель позволяет оценить риски и принять решения в соответствии с прогнозами. И в этой модели уровень принятых мер отражается в явных параметрах. То есть это не “черный ящик”, в отличие от нейронных сетей», — объясняет Андрей Леонидов.

Как правило, в риск-менеджменте рассматривают три сценария — плохой, средний и хороший. Этого обычно вполне достаточно для принятия большинства решений. Все остальное — детали, которые интересны только специалистам. Но очень важная составляющая риск-менеджмента — учет наихудшего сценария. Необходимо было исключить катастрофическое развитие событий, подобное итальянскому или испанскому. Например, в случае с Москвой развертывание после сдачи новой больницы в Коммунарке дополнительных стационаров на ВДНХ и в Крокус-Экспо, рассчитанных на несколько тысяч больных, не означало, что власти ожидали единовременно такое число тяжелых больных. По словам Андрея Леонидова, эти решения мэрии столицы были основаны на грамотном риск-менеджменте.



Прогноз развития эпидемии для города N с численностью населения 100 тыс. человек в случае трех характерных последовательно реализуемых административных режимов, основанный на работе предложенной сотрудниками МФТИ и ФИАН модели

ЧТО ТАКОЕ ОСЕНЬ

Многочисленные прогнозы прихода второй волны эпидемии осенью, которые связывали прежде всего с пока не обнаруженным у вирусной инфекции 2019-nCoV наличием сезонной активности, судя по всему, могут сбыться по другой причине. Ведь, помимо понижения температуры, осень приносит и иные риски. В ходе введения карантинных мер во многих странах были в первую очередь закрыты школы и вузы. Но если сотрудники частных компаний и госучреждений могут работать в удаленном режиме в любое время года, то учебным заведениям, скорее всего, придется открыть свои двери в сентябре. Это сильно изменит структуру социальных контактов, сложившуюся у людей за весну и лето.

В августе этого года выпускники МФТИ Алексей Ткаченко и Сергей Маслов, работающие в Национальной лаборатории Брукхейвена и Университете Иллинойса, получили результаты, согласно которым распространение эпидемии зависит, в первую очередь, от стойкой неоднородности по популяции индивидуальной восприимчивости к инфекции. Включив указанную неоднородность в широкий класс эпидемиологических моделей, они обнаружили, что это приводит к сильному изменению картины динамики эпидемии на ранних стадиях развития и значительно снижает порог коллективного иммунитета. Последнее приводит к колоссальному снижению числа заболевших до затухания эпидемии. Такая картина хорошо соответствует реально наблюдаемому протеканию эпидемии.

Люди с высокой восприимчивостью к инфекции заражаются первыми. Они становятся основными распространителями вируса, поскольку очень часто чем выше восприимчивость к болезни, тем больше возможностей ее распространять. Таким образом, люди с высокой восприимчивостью, число которых составляет от 20 до 30% популяции, все переболеют, после чего эпидемия пойдет на спад. То есть, по сравнению с классическими оценками, для возникновения коллективного иммунитета переболеть должно в 2–3 раза меньше людей.

Используя данные о реальных сетях личных контактов и возрастных вариациях заболеваемости во время эпидемии COVID-19, эмпирические данные по эпидемии в Нью-Йорке и Чикаго, а также в 50 штатах США, ученые получили оценки, согласно которым наиболее пострадавшие районы, такие как Нью-Йорк, близки к порогу коллективного иммунитета уже после первой волны эпидемии. Однако это равновесие может быть нарушено, поскольку со временем коллективный иммунитет ослабевает при существенном изменении структуры социальных взаимодействий. Что и может случиться по окончании летних школьных каникул. **зн**

Из ученых — в экспертЫ

Как в разных странах ученые взаимодействовали с публикой во время пандемии — и что об этом говорит теория научной коммуникации.

Александра Борисова, президент Ассоциации коммуникаторов в сфере образования и науки (АКСОН).

ПАНДЕМИЯ перевернула с ног на голову положение ученых в медиа и общественном пространстве. В «мирное время» ученым нужно было прилагать особые усилия, чтобы пробиться к публике, и даже главным публичным глашатаем научной точки зрения на изменение климата оказалась школьница. Коронавирус сделал для ученых то, с чем не могли справиться научные коммуникаторы: они мгновенно стали сверхвостребованными в СМИ и во власти. Однако конкретная реализация этой экспертной роли ученых зависела от политической культуры и зрелости научной системы в каждой конкретной стране.

Ли Вэньлян — китайский врач, по некоторым данным, первым сообщивший о вспышке коронавируса COVID-19

НЕМНОГО ТЕОРИИ

Науковедение различает научное знание как таковое и научную экспертизу. Производство научного знания предполагает выстраивание общей системы мира, установление в ней причинно-следственных связей. Ученый в процессе ведения исследования стремится получить наиболее точные и объективные результаты. Научные концепции и теории стремятся к обобщению, абстрагируясь от конкретных ситуаций, наблюдений и экспериментов и изучая конкретное явление в максимально очищенной от влияния среды «пробирке». Научное знание стремится к абсолютности, и по сути своей научный процесс не ограничен во времени, главная цель — устранить неопределенность, а главная ценность — получить чистое знание, этически нейтральное и максимально свободное от личных предпочтений.

Не таковы условия жизни общественных экспертов — а именно в эту ипостась перемещается «кабинетный ученый», выходя «в народ». Экспертиза требует совсем другого подхода: анализа и решения практических проблем в конкретной ситуации. «Факты являются неопределенными, ценности — спорными, а решения — безотлагательными», — эта фраза из учебника по научной коммуникации как будто специально описывает пандемию коронавируса. Особенно тяжело приходится ученым с неопределнностью: времени на ее устранение методами науки нет, а коммуницировать неопределенность что правительству, что людям особенно трудно. И хотя многие серьезные эксперты минувшей весной вполне обоснованно отвечали на вопросы журналистов «сейчас наука этого не знает», не всегда этот ответ воспринимается как адекватный и ответственный — возможно, журналист сочтет, что с ним разговаривает «плохой эксперт». Хотя такой ответ как раз дают самые честные и компетентные люди: описать границы возможностей научного метода сейчас не менее важно, чем указать на то, что достигнуто.

Науковеды различают три модели реализации экспертной функции науки. Технократическая модель предполагает прямое взаимодействие науки и лиц, принимающих решения, не вовлекающее обще-

ство. Сначала правительства «назначают» ученых, которым доверяют, а затем следуют их рекомендациям без общественных консультаций и демократических процессов. Ученый получает власть, но теряет возможность независимого от политики голоса, в случае если политиков убедить не удалось. Нормативная модель, напротив, предполагает снятие с ученых ответственности за принятие политических решений и передачу ее правительству, которое должно обеспечить и общественные консультации, и консенсус. В таком случае ученые сначала уточняют задачу с учетом своей экспертизы, затем предлагают варианты решений, а также определяют и оценивают последствия каждого из них. Выбор варианта — за политиками. Прагматическая модель является смешанной, когда функции и науки, и политики взаимодействуют друг с другом.

ПО СТАРИНКЕ

Технократическая модель — атрибут недемократических обществ (вспомним первомайские демонстрации после аварии на Чернобыльской АЭС). После падения СССР этот флаг предсказуемо подхватил Китай. В самом начале эпидемии мир узнал имя китайского врача Ли Вэньляна — к сожалению, посмертно. Еще 30 декабря 2019 года он написал в WeChat коллегам по центральной больнице Уханя о возможной эпидемии. Это был первый голос ответственной общественной экспертизы — но он не вписался в планы китайского правительства, которое избрало экспертов, придерживающихся версии о заражении от животных на уханьском рынке. Ли получал угрозы за «ложные заявления и распространение панических настроений», больных он продолжал принимать, но 10 января заболел сам. Уже 14 января ВОЗ признала, что новый вирус передается от человека человеку, а 7 февраля 2020 года Ли Вэньлян умер. До закрытия Уханя на карантин его успели покинуть 3 млн человек, и в мире началась пандемия.

ПРЯМАЯ РЕЧЬ

Кристиан Дростен, руководитель отделения вирусологии берлинской университетской клиники Шарите:

— <...> решения принимает не наука, а политика. Ведь наука только производит данные и может сказать, насколько велика уверенность в этих данных, а также может сказать, где уверенность заканчивается, но не более того. Еще наука может попытаться объяснить свои заключения широкой, открытой и заинтересованной части населения. <...> Есть то, что наука не может и не должна делать: у науки нет демократического мандата. Ученый — не политик, он не был избран и не должен уходить в отставку. Ни один ученый не скажет, что то или иное политическое решение было правильным, другое было неправильным, а вот это политическое решение надо принять следующим.

ПО УЧЕБНИКУ КОММУНИКАЦИИ

Чистым образцом нормативной модели оказалась Германия. Роли политиков и экспертов были четко разделены: канцлер Ангела Меркель объясняла решения и коммуницировала риски, профессор Кристиан Дростен, руководитель отделения вирусологии берлинской университетской клиники Шарите, излагал факты и объяснял принципы. Одной из основных площадок Дростена стал подкаст научных журналистов общественного канала NDR.

Дростен излагает основы нормативного подхода к экспертизе — в этом случае ученые разрабатывают варианты решения проблемы, а также определяют и оценивают последствия того или иного варианта. Само принятие решения — за политиками. Плюс этого подхода в том, что он позволяет научной экспертизе быть максимально объективной. Ученые несут ответственность за достоверность предоставленных данных, но не за принятие государственного решения. Эта система также предполагает значитель-

Кристиан Дростен — человек, которому доверяют немцы

Главный эпидемиолог США Энтони Фаучи получал письма с угрозами в свой адрес и адрес своей семьи

ную степень академических свобод для ученых: в Германии ядро ученых — профессора — находятся на постоянных пожизненных контрактах, и их нельзя разорвать по политическим причинам.

Чтобы эта система работала, ученый должен быть достаточно независим от политиков, чтоб они не смогли надавить на него с целью получить нужный им ответ.

СВОЕ МНЕНИЕ

В США взаимодействие науки и правительства в рамках нормативной модели не задалось — ее правилам отказался следовать президент страны Дональд Трамп. Формально правила соблюдаются: одним из центральных ньюсмейкеров эпидемии стал директор Национального института изучения аллергических и инфекционных заболеваний Энтони Фаучи, он выступает на правительственных пресс-конференциях и брифингах. Однако Трамп и до эпидемии находился с учеными в конфронтации, и эта конфронтация продолжилась. В результате в выступлениях Трампа нет никакой научной логики, и он постоянно противоречит тому, что говорят эксперты вообще и эксперт рядом с ним. В результате политические решения не останавливают научный процесс, но существенно замедляют его внедрение на благо людей.

ПОЛИТИЧЕСКАЯ ФИГУРА

Самый известный ученый швед (после Альфреда Нобеля) теперь — эпидемиолог Андерс Тегнелл. Пользуясь большим доверием правительства, он значительно вышел из только лишь экспертной роли, открыто пикируясь с соседней Норвегией и со всем миром вообще. Тегнелл не только отстаивал шведский подход без введения карантина, но и критиковал другие страны. Итоги полугода эпидемии для Швеции — опустошающие в сравнении с другими скандинавскими странами, рейтинг правительства падает, а сам Тегнелл стал объектом самого пристального внимания прессы и расследователей. Недавно была опубликована его переписка с предшественником на посту главного эпидемиолога страны Йоханом Гизеке. Из писем выяснилось, что суждения Гизеке, к которым прислушивался Тегнелл, оказались радикальными и безосновательными. Гизеке считал, что за два месяца в Швеции коронавирусом заболеют все и эпидемия закончится сама по себе после пика в апреле (ценой такого сценария пренебрегают). Совпадение это или нет, но именно в конце мая Швеция de facto сильно изменила подход к борьбе с эпидемией, расширив охват тестированием и обеспечив изоляцию всех обнаруженных случаев. Тегнелл,

Андерс Тегнелл отстаивал шведский подход без введения карантина. Итог эпидемии для Швеции — опустошающий

однако, не признал ошибочности изначальной стратегии и продолжил говорить о «шведском подходе» как об отличном от других стран и постоянном.

МЕКСИКАНСКИЙ ВАРИАНТ

В схожей ситуации оказался мексиканец Уго Лопес-Гателл, замглавы ведомства по предотвращению заболеваний и обеспечению здоровья. Он был так популярен в весенние месяцы эпидемии, что газеты называли его «царем коронавируса». Лопес-Гателл хорошо выглядел и выступал. Сейчас, говорит The New York Times, он подобен гаснущей в утренние часы звезде: мексиканское правительство не обеспечило ни должного тестирования, ни достаточно длительного карантина, а также сквозь пальцы смотрело на нарушение дистанцирования во время проправительственных митингов. Лопес-Гателл, в отличие от Фаучи, не нашел в себе сил ни возвысить голос против необоснованных решений правительства, ни признать своих собственных ошибок. В общественной экспертизе ставки и риски высоки, и не привыкший к такой роли ученый может потерять репутацию еще до того, как осознает ситуацию.

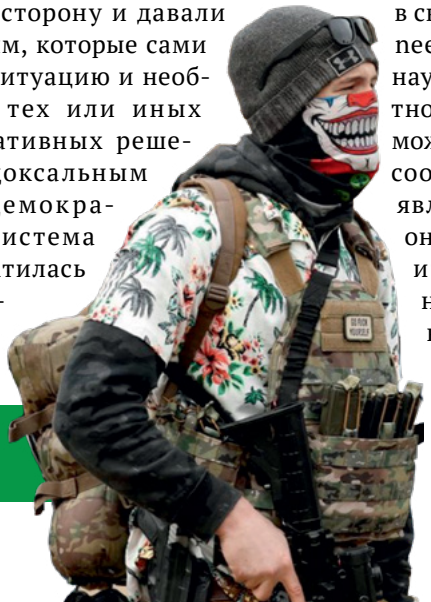
ПОСТМОДЕРН

Самый неожиданный подход к взаимодействию политики и экспертизы был реализован в Сиэттле. Этот город одним из первых в США столкнулся с эпидемией и необходимостью вводить карантин. Эта практика не была еще общепринятой в мире, ее не рассматривало федеральное правительство, и решение выглядело очень радикальным. При этом власти города хорошо понимали политическую ситуацию: как и везде в США, общество значительно расколото, поэтому сказанное политиком-демократом будет автоматически принято в штыки жителями-республиканцами, и наоборот. Представители городских властей обеих партий пришли к сложному консенсусу: тему коронавируса необходимо деполитизировать. Решения принимались совместно, но на пресс-конференциях и выступлениях для широкой публики политики отходили в сторону и давали слово ученым, которые сами объясняли ситуацию и необходимость тех или иных административных решений. Парадоксальным образом демократическая система как бы обратилась к технократической модели, когда слова ученых принимаются как руководство к действию. Однако при ближайшем рассмотрении это не совсем так. В данном случае наука рассматривается не только и не столько как источник фактов, сколько как система ценностей. Ученые работают для всего общества, не руководствуются в работе личными религиозными или политическими взглядами. И эта система ценностей становится источником доверия в эпоху, когда доверие к политикам пошатнулось.

Уго Лопес-Гателл, замглавы ведомства по предотвращению заболеваний и обеспечению здоровья. Он был так популярен в весенние месяцы эпидемии, что газеты называли его «царем коронавируса Мексики»

Тему коронавируса необходимо деполитизировать

Британские философы науки Гарри Коллинз и Роберт Эванс в своей книге «Why democracies need science» рассматривают науку именно в таком, ценностном контексте. Поэтому, возможно, будущая роль научного сообщества и в этом тоже — являться образцом профессиональной этики. В конечном итоге и в этом принципе не так много нового: успешное внедрение научных результатов в практике зависит от того, насколько обычные люди доверяют науке. **зн**



США захлестнули вооруженные протесты против карантинных мер

Коронавирусный карантин внезапно стал временем встречи людей с наукой. Отрезанные от привычных мест работы и отдыха, люди стали внимательнее следить за научными новостями о коронавирусе. Таким образом многие из них открыли для себя научное волонтерство или citizen science — возможность самому принять участие в научной работе. Как оказалось, многое можно сделать даже не выходя из дома.

Закрыться от мира — открыться науке

Мария Осетрова,
Александра Борисова

В ПОМОЩЬ НАУКЕ

Научное волонтерство (или citizen science в английской терминологии) — это любая научная работа, которую делают люди, не занятые в сфере науки и не имеющие специального образования. Такие исследования делаются в сотрудничестве с профессиональными учеными и институтами: научные волонтеры принимают участие в экспериментах в качестве испытуемых, используют гаджеты для распознавания объектов в окружающей среде или космосе, делятся вычислительными мощностями компьютеров, работают с научными базами данных и т. д. Вклад каждого невелик и несложен, но благодаря охватам и объемам данных удается получить результаты, недоступные ни одному вузу или НИИ, даже очень богатому. Кстати, так получается и сэкономить на рабочей силе: в одном обзоре 2016 года ученые оценили вклад волонтеров из 338 проектов в порядка 2,5 миллиардов долларов США в год. Всего за последние 20 лет в научной работе приняли участие десятки миллионов волонтеров. Для России это явление относительно ново: первую национальную платформу для проектов научного волонтерства «Люди науки» [1] разрабатывает Ассоциация коммуникаторов в сфере образования и науки (АКСОН). Сейчас АКСОН ищет ученых, заинтересованных в научных волонтерах, на проекты, связанные с изучением COVID-19 и не только. А в мире в связи с пандемией научное волонтерство испытало самый настоящий расцвет. Пандемия актуализировала научные задачи и невольно вовлекла в науку тысячи скучающих в самоизоляции.

[1]

ИЗУЧИТЬ СЕБЯ

Участие большого количества добровольцев помогает изучить симптомы заражения новым коронавирусом и отслеживать вспышки заболевания. Здесь помогли проекты, которые обычно следят за распространением гриппа: они уже имели инфраструктуру и базу, поэтому быстро перепрофилировались на коронавирус. Некоторые из таких исследований собирают данные только в одной стране: это британский Flusurvey, Influmeter в Дании, FluTracking в Австралии и Новой Зеландии. Другие работают в мировом масштабе: поучаствовать в создании интерактивной карты симптомов из любой точки планеты можно в проекте COVID-19 Калифорнийского университета в Сан-Франциско [2], а рассказать о социальных последствиях пандемии вокруг себя —

[2]

CoronaReport [3]

в приложении CoronaReport [3], созданном в Эдинбургском университете. Программу изучения пандемии запустили и на «Би-би-си» [4].

[4]

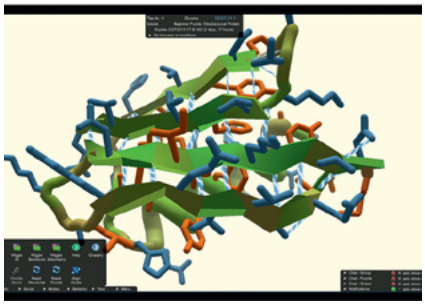
Однако интерес представляет не только ковид и его симптомы, но и сам опыт карантина. Исследование изменений образа жизни — привычек, подвижности, питания, — оказалось очень плодотворным направлением для научного волонтерства. Например, проект, изучающий благополучие граждан Великобритании, — Great British Wellbeing Survey — измерял, как изменилось психи ческое здоровье людей в самоизоляции после сокращения количества контактов. Все участники заполняли подробные анкеты и проходили онлайн-тест. Так ученые выяснили, что с одной стороны, люди с определенными психическими особенностями были более склонны к депрессии в карантине и чаще конфликтовали с домочадцами. С другой стороны, многие писали о том, что меньше подвержены стрессу и рады проводить с семьей больше времени. Исследователи также отметили повышенное чувство общности в связи с ситуацией в мире. У Стэнфордского университета задачи оказались другими: там запустили волонтерское исследование, чтобы выяснить, насколько вообще люди в США соблюдают социальное дистанцирование.

Исследовательская группа из Университета Гранады в Испании в коллаборации с другими учеными из Европы провела онлайн-опрос, чтобы оценить влияние самоизоляции на питание. Уже опубликована статья с данными по территории Испании: оказалось, что во время локдауна испанцы питались более здоро́во, лучше следуя средиземноморской диете.

ВСЕМ МИРОМ

Foldit [5]

К работе по поиску вакцины против коронавируса подключились бывалые волонтерские проекты. Например, Foldit [5] — онлайн-игра, в которой игроки пробуют по-разному сложить белки в трехмерные структуры, чтобы найти форму с наименьшей энергией. В пандемию игроки занялись антивирусными белками, которые в дальнейшем можно будет использовать для создания вакцины. Наиболее удачные модели проходят на следующий уровень — испытания в лаборатории. Если вы геймер, то Foldit — это для вас, но если вы хотите помочь науке чуть менее затратным способом, познакомьтесь с Folding@home [6]. Это проект распределенных вычислений, которому научный волонтер может пожертвовать вычислительные мощности своего компьютера в фоновом режиме. Объединяя тысячи компьютеров в одну сеть, проект использует этот распределенный суперкомпьютер для все той же задачи — поиска оптимальной трехмерной структуры белка. В той же логике медицинский исследовательский центр Scripps Research ищет самые многообещающие химические соединения, которые можно использовать против SARS-CoV-2.



[6]

ПРИРОДА ИЗ ОКНА

Мем про «природа очистилась» возник не на пустом месте. Когда значительная часть населения Земли перестала ездить и летать, влияние человека на окружающую среду заметно снизилось — и этот феномен стал предметом изучения. Так, уровень антропогенного сейсмического шума снизился на 25% в условиях карантина, и ученые стали получать более качественные данные о природной сейсмической активности. Собирать такую информацию помогают гражданские ученые, установившие у себя дома сейсмометры.

Улучшилось и качество воздуха — из Милана стали видны Альпы. Это явление изучала программа Earth Challenge 2020. Задача совсем не сложная: каждый день волонтеры фотографировали из окна свой горизонт в мобильном приложении, которое в сочетании с другими данными позволяло оценить качество воздуха. Почти 7000 итальянцев поучаствовали в изучении светового загрязнения в рамках проекта «наука на балконе».

Научные волонтеры помогли оценить влияние карантина на поведение диких животных — тоже не нарушая самоизоляцию. Британский фонд орнитологии организовал наблюдение за птицами в садах, а Британское арахнологическое сообщество — исследование, посвященное трем видам пауков-долгоножек. Участникам исследования нужно было считать, фотографировать и классифицировать пауков в комнатах своего дома, а затем отправлять информацию ученым.

Рост движения научных волонтеров в пандемию был очень значительным — так, бердвотчинг в Австралии за карантин стал в 10 раз больше. Будем надеяться, что для многих маленькая, но постоянная помощь ученым станет хорошей привычкой, и число людей науки в мире продолжит расти. **зн**

КОРОНАВИРУСНЫЕ ХРОНИКИ ФИЗТЕХА 2020

Виктор Хлебцев

Первые упоминания о необходимости профилактики коронавирусной инфекции на Физтехе появились в конце января. На экранах в корпусах возникли разъяснения о том, что такое COVID-19, а на всех информационных стендах — плакаты о мерах профилактики. Почти все они висят до сих пор. На каждом входе в корпус поставили дезинфицирующие средства, охранники стали проверять температуру у каждого посетителя

16 марта. В начале марта появились первые слухи о переходе вуза на дистанционный режим работы. Уже 16 марта это стало реальностью — ректор МФТИ Николай Кудрявцев подписал приказ о переходе Физтеха на дистанционную форму обучения в связи с профилактикой COVID-19 с 17 марта по 2 апреля.

На Физтехе временно отменили все массовые мероприятия и репетиции, ввели ограничение на вход в общежития, перешли на особый режим столовые, временно закрылись большие читальные залы, но при этом студенты и аспиранты могли пользоваться семинарскими аудиториями. Впоследствии отменилось и это. Теперь студентам, вернувшимся из-за границы, предоставлялись специально отведенные помещения для самоизоляции.

ПЕРВЫЙ ЗАБОЛЕВШИЙ

Первый студент с повторным положительным тестом на COVID-19 появился в МФТИ в конце марта. Он был госпитализирован в Городскую клиническую больницу № 40

в Коммунарке. Всех, кто с ним близко контактировал, перевели в специально отведенные индивидуальные помещения для самоизоляции. Их обеспечивали трехразовым питанием и предметами первой необходимости. Студент прилетел 10 марта из Германии, вернулся в общежитие и самоизолировался. Спустя четыре дня появились первые симптомы: поднялась температура. На следующей день после появления симптомов он позвонил в больницу, врачи взяли мазок и оставили его на самоизоляции. Спустя пару дней появились результаты теста — положительные, и его увезли в Коммунарку. Сейчас со студентом все в порядке, он полностью вылечился.

30 марта. С 30 марта по 3 апреля президент РФ объявил нерабочую неделю с сохранением заработной платы. С 28 марта по 5 апреля все студенты отправились на каникулы. Учебно-административные здания Физтеха были закрыты. Доступ сотрудников на рабочие места осуществлялся только на основании приказов.

Но хоть неделя и была объявлена нерабочей, почти все сотрудники МФТИ продолжили работу. Многие из них вернулись на рабочие места. Например, финансово-экономическое управление трудилось, чтобы выплатить зарплату сотрудникам института раньше срока. В усиленном режиме работал медицинский центр МФТИ, были открыты столовые.

6 апреля. С 6 по 30 апреля все сотрудники Физтеха перешли на дистанционный режим работы. Студенты возобновили учебу удаленно. Многим преподавателям пришлось оперативно подстраиваться под новые реалии: вести пары «на камеру», работать с системами телеприсутствия, искать новые способы взаимодействия со студентами. В этом им активно помогали сотрудники Центра развития электронного и дистанционного обучения (ЦРЭДО). →

ПРЯМАЯ РЕЧЬ

Елена Анохова, проректор по экономике и финансам:

— Самое сложное время для нас было в начале эпидемии, в конце марта — начале апреля. Работники финансово-экономического управления работали очно в течение всех нерабочих дней, чтобы своевременно выплатить зарплату, стипендии и матпомощь. Самый «острый» момент был в конце марта, когда выяснилось, что несколько сотрудников контактировали с больными коронавирусной инфекцией, и они вынуждены были самоизолироваться. Чтобы они могли продолжить работу, им на дом привезли принтеры и обеспечили дистанционное подключение к институтским ИТ-системам.

Не прекращал работу и медицинский центр МФТИ. Он остался единственным подразделением, обеспечивающим медицинское обслуживание как в плановом порядке, так и в связи с коронавирусом. Даже госпитализация заболевших была непростой задачей: в условиях эпидемии сложно было дозвониться до скорой помощи. Были случаи, когда скорая возвращала нам заболевшего студента, так как больницы были переполнены. Основная нагрузка легла на главврача медцентра Алексея Чуршина. Работу изолятора обеспечивал главврач санатория-профилактория Борис Штирбу. Его опыт военного врача помог организовать эффективную работу изолятора, через который у нас прошло более 100 человек.

Для меня самым сложным стал период изоляции первого общежития. Во-первых, это был первый опыт работы в условиях карантина. Ситуация осложнялась тем, что единичка — общежитие коридорного типа, и пришлось изолировать все общежитие в целом. Очень признательна замдиректора ФРКТ Якову Львовичу, который обеспечивал коммуникацию со студентами и вел организационные вопросы по снабжению их питанием и водой. Мы постоянно мониторили состояние ребят и предпринимали колоссальные усилия для создания им хотя бы минимального комфорта. Я спокойно вздохнула только тогда, когда получила ссылку на комментарии студентов из «ВКонтакте», где они сравнивали изоляцию с детским садом: «Когда снова хотел попасть в детский садик, а тебе его устроила твоя Физтех-школа». Пандемия немного сбавила обороты, но мы стараемся сохранить именно меры профилактики. У нас уже есть опыт, и совместно мы справимся с трудностями.

Пользуясь случаем, хочу пожелать всем читателям журнала и их близким крепкого здоровья!

ПРЯМАЯ РЕЧЬ

Павел Попов, доцент кафедры общей физики:

— Чтобы понять, как выглядел мой «рабочий день», достаточно сказать, что у меня трехлетний ребенок, у которого закрыли садик, ребенок восьми лет и жена-преподаватель на удаленке. Приходилось одновременно развлекать младшего, непрерывно настраивать оборудование для всех членов семьи и не забывать про свои занятия. Мы, конечно, справились, но такой удаленной работы врагу не пожелаешь.

Проблем с тем, чтобы провести семинар в формате видеоконференции или принять у студента задание, не было, единственное — сильно «тормозил» домашний интернет. Но провести прямую трансляцию лекции или записать общекурсовой семинар оказалось сложно: на домашнем оборудовании почти невозможно сделать запись студийного качества. Из позитивных моментов могу отметить, что такой формат позволил использовать и новые средства иллюстрации физических законов: оказалось очень удобно демонстрировать результаты численных расчетов для физических моделей. Ими и пришлось заменить реальные физические опыты. Еще мы на кафедре давали студентам задания по выполнению физических экспериментов дома из подручных средств, но это была лишь бледная тень того, что из себя должны представлять практические занятия. Практические дисциплины принципиально невозможно изучать дистанционно.

Главная проблема онлайн-лекций — почти полное отсутствие обратной связи с аудиторией, невозможно понять, «зашла» тема или нет, продолжать или остановиться на чем-то подробнее. Я уже несколько лет пользуюсь системой piazza.com, она помогла мне сохранить контакт со студентами: ответы преподавателя здесь видны всем, к тому же можно задавать вопросы анонимно.

Если подвести какой-то итог прожитому опыту, то, с одной стороны, ни о каком «безболезненном» полном переносе занятий в онлайн и речи быть не может. С другой стороны, мы преодолели тот абсолютный консерватизм, который долгое время царил среди преподавателей по отношению ко «всем этим модным онлайн-штучкам». По-моему, совершенно необходимо внедрять элементы онлайна и прочих цифровых технологий там, где они действительно идут на пользу делу.

→ ДИСТАНЦИОНКА

Сотрудник центра, организатор работ по производству электронных учебных материалов Олег Храмов говорит: «Наша работа и до введения карантина была весьма разнообразной. Мы разрабатывали новые технологии дистанционного обучения, строили студии самозаписи, внедряли установки телеприсутствия преподавателя, создавали платформу электронных курсов МФТИ lms.mipt.ru».

За неполные две недели были записаны 276 лекций и семинаров, и более половины из них транслировались в режиме реального времени. Был организован сбор волонтеров, на который откликнулись более 70 человек. Волонтеры снимали видео и монтировали его, а сотрудники ЦРЭДО выкладывали готовые файлы на платформах.

22 апреля. Диагноз COVID-19 подтвердился еще у двух человек, проживающих в общежитии в Зюзино. К середине мая появилось еще несколько заболевших. Евгений, студент бакалавриата, рассказывает: «Я переболел коронавирусной инфекцией, и я никому не желаю

больше 40 человек. К работе подключились более 20 волонтеров: ребята помогали с организацией доставки питания и средств первой необходимости, выстраивали взаимодействие с администрацией института, вместе с международным департаментом помогали наладить контакт и взаимодействие с иностранными студентами.

11 мая. Режим самоизоляции продлили еще на месяц. В этот же день стали известны сроки летней сессии. Впервые в истории МФТИ все зачеты, экзамены и защиты должны были пройти дистанционно.

СЕССИЯ

Тимофей, студент бакалавриата, говорит: «Первые сообщения о коронавирусе я увидел за несколько недель до самоизоляции и принял решение уехать домой (благо, живу в Московской области, и проблем не было), однако уже через неделю я не выдержал и вернулся обратно в общежитие. В домашней атмосфере заставить себя что-либо делать дистанционно было тяжело, в общежитии таких проблем не было.

получить такой опыт. Конечно, выводы каждый делает сам, но для меня все произошедшее — это повод тщательнее относится к своему здоровью не только ради себя, но и для того, чтобы не подвергать опасности других».

К середине мая на самоизоляции в общежитии Зюзино находились

Вскоре я втянулся в процесс. Некоторые сдачи мне даже больше понравились в дистанционном формате. Правда, я до последнего тянул с покупкой веб-камеры и считал что обойдусь камерой своего ноутбука. Это вышло мне боком на письменном экзамене по УМФ, когда для того, чтобы было видно и мое лицо, и мои руки, мне пришлось водрузить ноутбук на колонну коробок из под обуви, а самому — встать на колени.

В целом дистанционное обучение принесло много интересного опыта. Не считая отдельных моментов, семестр прошел более спокойно. Но и привычного для себя удовлетворения от закрытой сессии я, к сожалению, не получил».

15 мая. С середины мая сотрудники Физтеха начали сдавать тесты на коронавирус. Первое тестирование прошло 15 мая, тогда образцы биоматериала взяли у 46 человек. 22 мая тесты сдали еще 64 работника, все результаты оказались отрицательными.

Режим самоизоляции продлили до 14 июня.

15 июня. С 15 июня многие сотрудники МФТИ вернулись на рабочие места — в соответствии с приказами и с соблюдением всех мер по профилактике коронавирусной инфекции.

19 июня. На Физтехе стартовала приемная кампания — дистанционная. Вступительные испытания по всем уровням образования прошли с применением дистанционных технологий с обязательной идентификацией личности поступающих.

1 сентября. Учебный процесс начался на Физтехе с 1 сентября в очном формате — но только с соблюдением всех правил профилактики и с учетом ряда особенностей: лекции для старшекурсников и поточные занятия пока остаются «на удаленке». **зн**

Пандемия коронавируса так или иначе коснулась уже практически каждого человека на планете. Более 20 миллионов переболели, порядка миллиона умерли, а число тех, кто потерял работу и лишился средств к существованию, составляет уже сотни миллионов. Но есть и хорошие новости: пандемия сплотила человечество перед лицом общей угрозы и создала новые рынки для высокотехнологичных проектов. Основатель одного из физтеховских стартапов, возникших благодаря коронавирусу, рассказывает свою историю.

Семён Оксенгендлер

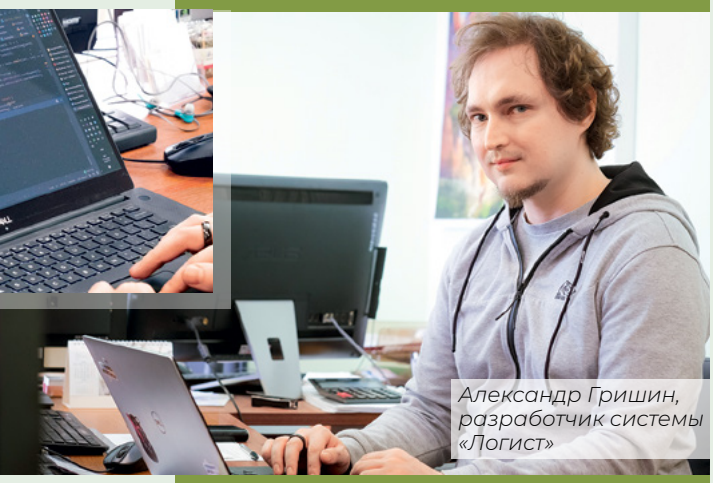
АНТИВИРУСНЫЙ МАРКЕТИНГ

Иван Кондрашов, врач ковидной бригады поликлиники №121 г. Москвы

ЖИЗНЬ ДО ВИРУСА

На Физтех я поступил в 2006 году, по окончании ЗФТШ и одной из известных московских физматшкол. Мои родители думали, что перед выпускником Физтеха открываются любые двери, и как только я получу заветный диплом, работодатели выстроятся за мной в очередь. Я поверил.

В 2012 году окончил Факультет аэрофизики и космических исследований МФТИ, работать начал рано, как и большинство нынешних физтехов. Работал и в госкорпорациях, и в частных компаниях, делал карьеру, получал дополнительное образование. Собирался защититься, но не получилось совмещать аспирантуру с работой. Итог — 12 лет вполне успешной карьеры.

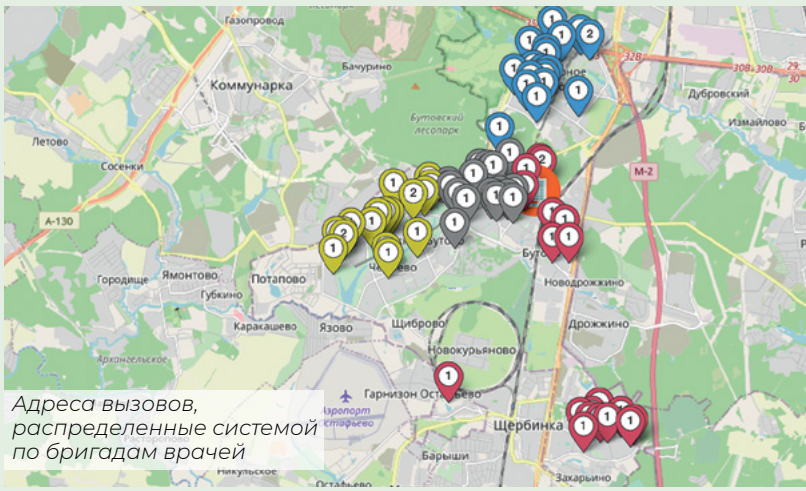


Александр Гришин, разработчик системы «Логист»

ВОЛОНТЕРСТВО

В 2020 на Землю пришел COVID-19 и забрал у моей семьи двоих ее членов. Погибли бабушка и дедушка моей супруги, скорая доехала до них спустя несколько дней после вызова. В это время я работал в крупной строительной компании и, как многие в Москве, по указу мэра перешел на удаленный режим работы. Наблюдал за событиями в мире, связанными с пандемией. С портала госуслуг пришло приглашение стать волонтером, и я решил попробовать. Попал в команду Тверского района. Занимался доставкой продуктовых наборов и горячих обедов для пожилых людей. За несколько недель удалось придумать и внедрить небольшие оптимизационные фишки, и доставка заработала в 3–5 раз быстрее, а нагрузка на волонтеров сократилась раз в 10. Я написал небольшое API на базе Яндекс.Карт, и волонтеры стали доставлять обеды и продуктовые наборы сразу в несколько домов, расположенных по соседству. Поскольку пандемия набирала обороты, моей технологией заинтересовалось руководство города. Мне доверили управление логистикой волонтеров Тверского района Москвы, а через некоторое время — и всего ЦАО. Работа кипела круглосуточно.

О незамысловатой, казалось бы,системе заговорили, нами заинтересовались СМИ. Появились репортажи в Reuters и на федеральных каналах. Пришло понимание того, что одного API уже недостаточно, да и одного меня тоже. Каждый день надо было составлять тысячи маршрутных листов и логистических карт. Что-то удавалось автоматизировать, что-то приходилось делать руками. По ночам штудировал руководства по языку программирования Python. Буквально через несколько недель после сюжетов на телевидении и в интернете о волонтерах, а также резкого увеличения заболеваемости ко мне обратились руководители системы здравоохранения Москвы. Они увидели сюжет на телеканале «Москва 24» о внедренной в волонтерскую деятельность системе логистики и заинтересовались этим решением.



Адреса вызовов, распределенные системой по бригадам врачей

КОВИДНЫЕ БРИГАДЫ

Как и во многих странах, хорошо работающая, современная система депздрава Москвы оказалась не готова к резкому росту количества вызовов врачей на дом. Проблема была также в том, что отсутствовала единая база заболевших. Баз данных было много. В одну квартиру могли приехать сразу несколько бригад врачей, потому что заболевший коронавирусом человек находился в одной базе данных, его супруга — в другой, а ребенок в третьей. Соответственно, в один подъезд могло прибыть много, а в соседний — ни одной, люди там умирали. Именно так случилось с членами моей семьи. Искать виноватых в этом, разумеется, можно. Но по большому счету никто не был готов отразить вирус. Ни одна страна мира.

→

Я начал свою работу с одной из лучших и самой большой городской поликлиникой Москвы. Важно отметить, что там, несмотря на очень большое количество умных и образованных людей на квадратный метр, системы логистики не существовало вообще. Руководители формировали список пациентов, к которым необходимо было выехать, далее эти списки в формате Excel присылались на почту или в чат ответственному исполнителю, тот собирал все в один файл и сортировал вручную по дате планируемого посещения пациента. После этого всех нужно было разделить по адресам филиалов поликлиники и распределить по выездным бригадам, количество которых менялось каждый день. Руководство считало это нормальным, везде так работают.

Поначалу я стал внедрять в поликлинике те же решения, которые использовал в работе с волонтерами. Но этого было недостаточно: нужно было строить логистику на несколько филиалов поликлиник. Две-три тысячи вызовов в день. Ночевал в клинике, потому что времени на дорогу уже попросту не оставалось. Нужно было что-то делать, поскольку с увеличением объема данных выполнять поставленные задачи становилось невозможно, да и силы были на исходе. Пришла идея взять небольшую паузу и полностью «обнулиться». В процессе обнуления я обратился к нескольким десяткам своих сокурсников, выпускникам МФТИ, с которыми пересекался либо во время учебы на Физтехе, либо в Российской экономической школе (РЭШ).

Автор вместе с врачами ковидных бригад после распределения адресов пациентов

Откликнулся Дмитрий Зубанов, выпускник Физтеха и РЭШ, сейчас большой босс в инвестиционном бизнесе. Он познакомил меня с Александром Гришиным, одним из основателей Школы программирования. И мы вместе с ним и руководителем одного из аналитических центров Департамента здравоохранения Москвы Павлом Кузьминым приступили к работе над приложением.

Павел Кузьмин, руководитель отделения статистики поликлиники №121 г. Москвы

ЛОГИСТИКА

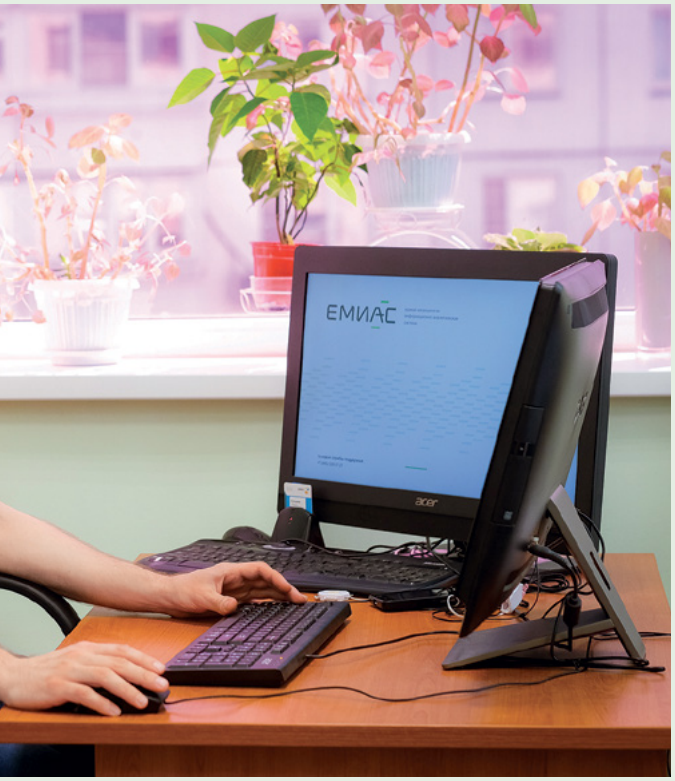
Задача поиска оптимального маршрута между несколькими точками была впервые сформулирована почти 200 лет назад. Позже ее стали называть задачей коммивояжера и разработали множество алгоритмов ее решения.

С развитием рынка онлайн-коммерции задача построения оптимального маршрута для курьеров службы доставки приобрела новую актуальность. Сейчас на рынке представлено множество готовых решений по оптимизации работы курьеров. Например, недавно для этого открылся сервис Яндекс.Маршрутизация.

Что же мешало просто взять эти готовые решения и использовать их для оптимизации работы врачебных бригад? Проблем было несколько. Во-первых, персональные данные. Существует Федеральный закон «О персональных данных» № 152-ФЗ. Контактные данные больных (фамилии, адреса, телефоны), а особенно медицинскую информацию о них можно хранить и обрабатывать только с соблюдением строгих норм и правил. Нельзя просто взять и выгрузить их во внешний коммерческий сервис. Во-вторых, нет готовых систем, которые были бы совместимы с программами, используемыми врачами. Форматы загрузки данных не сочетаются с форматами выгрузки. Острой необходимости в таких сервисах до пандемии не было.

Карты Яндекса и Гугла не подошли по причине лицензионных ограничений (данные маршрутов и геокодирования можно отображать только на картах от этих вендоров, а у потенциальных пользователей были опасения, что передавать вендорам даже списки домов больных — недопустимо). Поэтому мы взяли за основу проект OpenStreetMaps. Он бесплатен, имеет возможность локальной установки и достаточно хорошее покрытие по крупным городам России.

Принцип работы таков: адреса из «сырого» вида преобразуются в координаты домов, находящиеся рядом адреса кластеризируются, после этого кластеры распределяются между бригадами так, чтобы время работы бригад было примерно одинаковым.



Система «Логист» со стороны медицинского учреждения загружает список адресов с внешними ключами (ID заявки). Эти идентификаторы нужны для соблюдения закона о персональных данных. При необходимости сотрудник поликлиники или больницы корректирует адреса (если они не распознались или обнаружились где-нибудь в другом городе). После этого оператор сразу видит адреса на карте в виде цветных маркеров (свой цвет для каждой бригады) и имеет возможность перераспределить задания, «перекрасив» маркеры.

Первые прототипы приложения были сделаны буквально за несколько недель.

Врач выездной бригады может открыть сервис на телефоне и увидеть свои заявки как в виде карты, так и в виде таблицы. Есть возможность помечать завершенные заявки и оставлять комментарии. Кроме того, можно выгрузить маршрутный лист, где адреса указаны в порядке следования бригады.

ПРЯМАЯ РЕЧЬ

Дмитрий Курдюмов, врач ковидной бригады клинико-диагностической поликлиники № 121 г. Москвы:

— Перед началом смены мы получаем адреса пациентов, которых должны посетить. Они расположены по всему району, и нашей первоначальной задачей является распределение этих адресов по бригадам и построение маршрутов.

Раньше приходилось делать это вручную. На то, чтобы правильно построить маршрут, уходило большое количество времени, и часто маршруты получались неудобными. Появлялись ошибки.

С появлением программы «Координатор» стало действительно легче, время значительно сократилось. Если выбирать между ручным построением маршрутов и программным, конечно, выбираем программный метод, потому что сэкономленное время можем посвятить больным. С помощью программы мы успеваем сделать все в срок. Надеемся, что система будет развиваться и становиться еще более удобной.

Первые прототипы приложения были сделаны буквально за несколько недель. Мы постоянно собираем отзывы пользователей и дорабатываем интерфейс. Сейчас можно уверенно сказать, что наша работа уже спасла не одну жизнь. Ставим перед собой задачу полного внедрения нашей программы в систему здравоохранения не только Москвы, но и других крупных городов, таких как Уфа или Владивосток.

ПОСЛЕ ВИРУСА

Мы уверены, что и после окончания пандемии приложение будет продолжать пользоваться спросом. Ну а в случае второй волны оно тем более понадобится. Именно поэтому мы хотим дать возможность использовать этот сервис всем врачам, у которых возникнет такая потребность. А также добавить в сервис новые полезные функции. Например, снабдить врачей GPS-трекерами для более удобной обработки вызовов быстрого реагирования и строить маршруты с учетом пробок, получая данные ЦОДД.

На данный момент в нескольких клиниках Москвы используется наша система «Координатор», с которой достаточно только загрузить список на сайт программы. «Координатор» сам распределит все по бригадам, проложит оптимальный маршрут и соберет информацию со смартфонов водителей. Быстро и очень просто.

На одной системе логистики мы не остановились. Уже сейчас наша команда совместно с сотрудниками Депздрава разрабатывает систему управления базой данных коронавирусных больных с различным уровнем прав доступа, построением прогнозов с помощью нейросетей и искусственного интеллекта.

В моей жизни случилось так, что, не ожидая никаких наград и премий, я приобрел прекрасную команду, работу, опыт и настоящее счастье от того, что моя деятельность нужна. Так сбылось обещание родителей о том, что перед выпускником Физтеха открываются любые двери. Родители просто забыли добавить, что в некоторые из этих дверей нужно настойчиво постучать. **зн**

Анастасия Медведева

Всадник на бледном коне: эпидемии в истории человечества

В романе Нила Геймана и Терри Пратчетта «Благие знамения» всадник Апокалипсиса Мор отправился на пенсию, «бормоча что-то про пенициллин», а на его место пришло грозное Загрязнение. Похоже, классики поторопились с прогнозом: недавно выяснилось, что человечеству, как в средние века, всерьез угрожают эпидемии опасных болезней. Впрочем, в истории борьбы людей с массовыми заболеваниями случались куда более мрачные эпизоды.

Солдаты, заболевшие испанским гриппом, в госпитале лагеря Фанстон, Форт-Райли, штат Канзас, 1918 год

Василий Корень, «Всадники Апокалипсиса», 1696 год

ОДНИМ из первых письменных свидетельств об эпидемиях считаются записи Фукидида про афинскую чуму 430 г. до н. э.: «Не нашлось, можно сказать, решительно ни одного врачебного средства, употребление которого должно было бы помочь больному: что шло на пользу одному, то вредило другому. Никакой организм, был ли он крепкий или слабый, не в силах был выдержать болезнь: она захватывала всех, безразлично при каком бы то ни было образе жизни. Самым же ужасным во всем этом бедствии был упадок духа (лишь только чувствовалось недомогание, заболевшие теряли надежду, отдавались скорее на произвол судьбы и уже не сопротивлялись болезни), а также и то, что при уходе друг за другом люди заражались, как и животные, и умирали». Болезнь унесла тогда четверть населения города, не пощадив даже афинского полководца Перикла. Впрочем, исследования бактериальной ДНК, выделенной из зубов жертв эпидемии, свидетельствуют о том, что виновницей их смерти была не чумная палочка Yersinia pestis, а возбудитель брюшного тифа Salmonella enterica.

Но история эпидемий куда старше письменности: в 2018 году датские ученые обнаружили следы ДНК чумной палочки в захоронении возрастом 4900 лет. А в 2015 году при раскопках в местности Хамин Манга (Hamin Mangha) были найдены остатки сгоревшего дома, под руинами которого находились 97 скелетов. Археологи выяснили, что тела там лежали в два-три слоя, полностью заполняя пространство дома. Теперь ученые считают, что примерно пять тысяч лет назад в регионе случилась вспышка неизвестной болезни. Хворь косила население с такой скоростью, что покойников не успевали предавать земле.

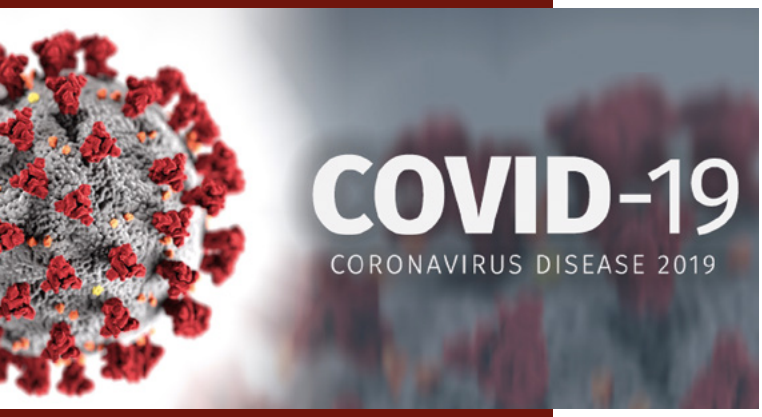
Одно из самых древних упоминаний о чуме можно найти в Библии. Филистимляне, победив израильтян, захватили в качестве трофея ковчег Завета Господня, где хранились в том числе и каменные скрижали с десятью заповедями. После этого в городе, куда принесли ковчег, вспыхнула чума. Испуганные граждане переправили трофей в соседний город — болезнь немедленно пришла и туда. После эпидемии в третьем по счету городе ковчег вернули израильтянам.

Итак, не все, что в летописях именуется чумой, действительно было ею. По-латыни чума, pestis — это просто «зараза»: так могли назвать любую инфекцию. Например, чума Антонинов в 165–180 гг. нашей эры и и более поздняя чума Киприана (251 — ок. 270 г.), унесшие в общей сложности более 6 миллионов человеческих жизней, были, скорее всего, оспой или корью. Юстинианова же чума, вспышки которой наблюдались с 540 по 750 годы, действительно была вызвана чумной палочкой, что подтверждают современные анализы ДНК. Считается, что именно эта пандемия привела к упадку Византийской империи и положила начало темным векам в истории Европы.

Но еще более свирепой оказалась пандемия черной смерти, пик которой пришелся на 1346–1353 гг. Она, по разным оценкам, уничтожила от 30 до 60% населения Европы. Новый штамм чумной палочки, как предполагают ученые, оказался агрессивнее античного: исследуя отложения древней пыльцы в торфе и озерном иле, археологи обнаружили, что доля пыльцы злаков в пробах не снижалась. Это значит, что поля продолжали возделываться. В эпоху же черной смерти поля зарастали, вымирали целые поселения. Так, Никоновская летопись свидетельствует, что после мора 1387 г. из всего населения Смоленска в живых осталось пять человек, которые «вышли из города, затворив за собой ворота».

Dance Macabre, неизвестный автор, Германия, XVIII век

Коронавирус унес уже более 1 миллиона жизней



© 2020 Heywood Hospital

Именно этой эпидемии мы обязаны словом «карантин», произошедшим от итальянского *quaranta* — сорок. Сорок дней должен был простоять на якоре близ берега корабль, прежде чем причалить в порт Венеции: так жители надеялись уберечься от болезни. Больных же изолировали на острове Лазаретто, получившем название от расположенного на нем монастыря святого Лазаря: так во многие языки пришло слово «лазарет».

Уходила чума — ее сменяла оспа. Распространенность заболевания была настолько высокой, что порой как особую примету указывали «знаков оспы не имеет». Из-за этого в моду вошли белила и румяна, слой которых достигал немыслимых 1,5 см. Умирал каждый седьмой заболевший, среди маленьких детей смертность достигала трети. Когда же вирус вместе с испанцами пришел в Америку, смертность среди американских индейцев, лишенных иммунитета к европейским болезням, стала достигать 80–90%.

Впрочем, было замечено, что повторно оспой не болеют, поэтому еще в VIII веке в Индии начали применять вариоляцию — введение гноя из оспенной язвы здоровому человеку. Однако такая прививка была довольно рискованной: в 2% случаев человек заболевал тяжелой формой оспы и умирал. Коренным образом изменить ситуацию помогло открытие английского врача Эдварда Дженнера: оказалось, можно использовать вакцину — содержимое пузырька на руке больного легкой формой оспы, коровьей (*variola vaccinia*). Обязательная вакцинация принесла полную победу над оспой: образцы вируса теперь хранятся только в лабораториях.

В начале XIX века из Индии была завезена холера. Новая болезнь сделалась настоящим полем битвы между наукой и почтением к авторитетам. Британский врач Джон Сноу доказал, что холера передается через зараженную воду. Усомнившись в теории миазмов — болезнетворный плохой запах, по его мнению, скорее поразил бы легкие, а не кишечник, — Сноу проанализировал данные по заболевшим во время очередной эпидемии в Лондоне. Выяснилось, что все они брали воду из одной и той же колонки. Для эксперимента Джон Сноу попросил городские власти снять с нее рычаг — и распространение холеры тут же прекратилось!

Позже Роберт Кох продемонстрирует врачебному сообществу открытый им возбудитель болезни — холерный вибрион. Оказывается, болезни вызываются микроорганизмами, и от них можно уберечься, если соблюдать санитарные нормы. Тем не менее сторонники теории миазмов сдались не сразу. Немецкий исследователь Макс фон Петтенкофер, чтобы доказать ошибочность предположений Коха, даже выпил стакан воды, содержащий холерные вибрионы. По счастливой случайности ученый не заболел и в микробную теорию болезней так и не поверил. Но простейшие правила гигиены — мыть руки перед едой, кипятить воду, охранять продукты от мух, уничтожать блох и вшей — позволили человечеству радикально снизить смертность от болезней задолго до изобретения большинства вакцин и антибиотиков.

Однако развитие технологий привело к новым проблемам. В 1918 году мир столкнулся с новой эпидемией — на этот раз испанского гриппа. Штамм оказался особенно агрессивным: умирали от 3 до 20% заболевших. Массовые скоростные перевозки (в том числе переброски войск в ходе Первой мировой войны) позволили вирусу быстро распространиться по всему земному шару. Вдобавок, в условиях послевоенной нищеты и разрухи организм многих людей был ослаблен. По разным подсчетам, эпидемия унесла до 5% населения планеты (примерно полмиллиарда человек), она считается на сегодня самой крупной в истории человечества. Справиться с распространением болезни помогли до боли знакомые нам сегодня методы: карантин, закрытие общественных мест, ношение масок.

В 1928 г. Александр Флеминг открыл пенициллин, и началась «золотая эра антибиотиков». Тогда казалось, что новые лекарства смогут победить любую болезнь. Увы, эта эра закончилась уже в 1960-х: бактерии приобрели резистентность к антибиотикам. Вирусы тоже оказались способны приспосабливаться к противовирусным препаратам, не утрачивая при этом своей болезнетворности…

Так что в борьбе человечества с эпидемиями пока рано праздновать победу. Даже несмотря на то, что COVID-19 не так заразен, как оспа, и не столь смертелен, как чума, а медицина за последние годы шагнула далеко вперед, новая болезнь уже унесла более миллиона жизней по всему миру. **зн**

#ФИЗТЕХ_В_МАСКЕ

Елизавета Толченицына. 1 курс ФРКТ

#физтех_в_маске — интеллектуальный флэшмоб для тех, кто шарит и настроен на продуктивный бот

Уважаемые студенты и сотрудники МФТИ.

ВО ИЗБЕЖАНИЕ ПОЛУЧЕНИЯ ЭКСПОНЕНЦИАЛЬНЫХ КРИВЫХ

на территории Физтеха просьба строить графики в логарифмическом масштабе, а также

надевать защитные маски

МФТИ

ДИАЛОГ С МАШИНОЙ

Игорь Богуславский

В наш век взрывного развития технологий искусственного интеллекта компьютерная лингвистика стала одним из передовых направлений в науке и индустрии. Мы уже активно пользуемся онлайн-переводчиками, голосовыми помощниками и чат-ботами, тогда как в области анализа естественного языка есть много нерешенных проблем. В конце июня в МФТИ прошла 26-я международная научная конференция по компьютерной лингвистике и интеллектуальным технологиям «Диалог», организатором которой выступила компания ABBYY. О некоторых проблемах и достижениях компьютерной лингвистики рассказал участник конференции, профессор Мадридского технологического университета, заведующий лабораторией компьютерной лингвистики Института проблем передачи информации РАН и один из крупнейших специалистов по онтологической семантике .

ИСКУССТВЕННОЕ ПОНИМАНИЕ ЕСТЕСТВЕННОГО ЯЗЫКА

Как в ИППИ РАН, так и в Мадридском политехническом университете я занимаюсь моделированием естественного языка. Это раздел фундаментальной науки, который одновременно относится к разным дисциплинам. С одной стороны, это часть лингвистики, поскольку строится модель ее основного объекта — естественного языка. С другой, эта модель представляет собой компьютерную систему, которая имеет самое прямое отношение к искусственному интеллекту. Для построения такой модели необходимо формальным и исчерпывающим образом описать все основные компоненты языка: его морфологию, синтаксис, семантику и словарь.

В последние годы одним из основных проектов нашей лаборатории компьютерной лингвистики в ИППИ является разработка семантического модуля этой модели. В каком-то смысле семантика как наука о значениях — это центральный компонент языка, поскольку люди пользуются языком главным образом для обмена значениями. При моделировании такого обмена особую сложность представляет не столько построение текста, сколько понимание того, что сказал собеседник или что написано в лежащем перед нами тексте.

Здесь главная проблема состоит в том, что естественный язык, в отличие от искусственных формальных языков, насквозь пронизан неоднозначностью. Слова и синтаксические связи между ними, которые составляют текст, часто имеют несколько возможных интерпретаций. При этом в каждом случае реализована только одна, которую мы и должны обнаружить при восприятии текста. Даже такое простое суждение, знакомое всем из школы, как «Бытие определяет сознание», в действительности неоднозначно. Привычная нам материалистическая интерпретация получается, если мы решим, что подлежащим в этом предложении является бытие, а дополнением — сознание. Тогда это фраза гласит, что определяющим является бытие. Однако с точки зрения грамматики с таким же успехом можно считать, что подлежащим является сознание, а дополнением — бытие. Именно такую структуру имеет очень похожее предложение, в котором такой неоднозначности нет: «Бытие определяют мысли». И тогда предложение приобретет противоположное — идеалистическое — значение: бытие определяется сознанием. Выбор, который человек делает, даже его не замечая, может быть трудно сделать компьютеру.

Для построения модели необходимо формальным и исчерпывающим образом описать все основные компоненты языка.

ЯЗЫК ИЛИ ДЕЙСТВИТЕЛЬНОСТЬ?

Для понимания текста требуется не только знание языка — а это само по себе представляет собой большую сложность, — но и владение огромным количеством знаний о мире, об обыденной логике и о текущей ситуации. Например, предложения «Кошка подстерегала мышь возле норы, но она была очень осторожна» и «Кошка подстерегала мышь возле норы, но она была очень нетерпелива» понятны любому ребенку, но компьютеру очень непросто определить, что в первом предложении местоимение она относится к слову «мышь», а во втором — к слову «кошка».

В этой области нам удалось несколько продвинуться в двух направлениях.

Во-первых, мы привлекаем к анализу текста оба вида знаний – как знания о языке, так и знания о внеязыковой действительности. А для этого надо эксплицитно зафиксировать оба вида знаний и научиться с ними работать. Во-вторых, мы исходим из того, что понимание текста тем глубже, чем большее количество следствий мы можем из него извлечь. Поэтому мы стремимся извлечь из текста не только ту информацию, которая содержится в нем непосредственно, но и ту, которая из него выводится с той или иной степенью надежности.

Естественный язык, в отличие от искусственных формальных языков, насквозь пронизан неоднозначностью.

ТЕНДЕНЦИИ КОМПЬЮТЕРНОЙ ЛИНГВИСТИКИ

В области компьютерной лингвистики меня больше всего волнует тенденция к размыванию границы между фундаментальной наукой и инженерией, а также сползанию фундаментальной науки в сторону инженерии. Этот тренд иногда можно наблюдать и в других областях, когда к фундаментальной науке предъявляются требования немедленной практической отдачи. Я не против того, чтобы наука отвечала на запросы индустрии. Развитие индустрии на базе достижений фундаментальной науки более чем естественно. Но фундаментальная наука не должна ориентироваться исключительно на практические потребности сегодняшнего дня. У нее есть свои задачи, и отказываться от них ей ни в коем случае не следует.

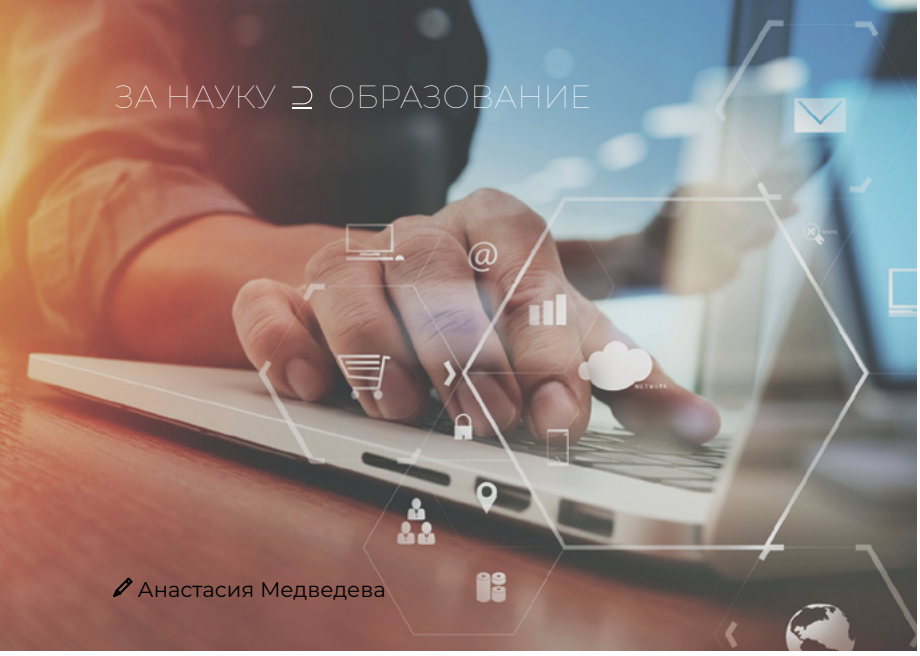
В нашей области этот тренд накладывается на резкую смену парадигмы, которая произошла в компьютерной лингвистике в недавние десятилетия. От парадигмы knowledge-based компьютерная лингвистика перешла к data-based стратегии.

КАКУЮ МОДЕЛЬ ВЫБРАТЬ?

Сегодня идет бурное развитие методов, основанных на машинном обучении и, в частности, на нейронных сетях. Подавляющее большинство задач компьютерной лингвистики решаются сейчас именно этими методами. Получено большое количество впечатляющих результатов как в области обработки текста, так и в сфере звучащей речи.

Однако это не значит, что найден универсальный ключ ко всем замкам, как склонны считать некоторые сторонники машинного обучения. Во многих случаях выбор парадигмы определяется задачей, которую исследователи перед собой ставят. Если мы хотим научить компьютер определять, какие слова близки по значению, а какие стоят дальше друг от друга и насколько, то для этого хорошо подойдут методы дистрибутивной семантики. Они опираются на частоту употребления слов в определенных контекстах. Если же наша задача требует не просто установления факта семантической близости слов, но и выявления того, что именно слова значат и в чем состоят различия между ними (а полная модель языка, безусловно, должна включать и такое знание), то эти методы нам вряд ли помогут. Аналогично, если нашей целью является только получение конкретного полезного приложения, например, системы, способной переводить текст с одного языка на другой, то здесь, скорее всего, предпочтительным инструментом будут нейронные сети.

Если же мы хотим, чтобы наше описание некоторого лингвистического явления или фрагмента языка было объяснительным и давало возможность сравнить его с аналогичным явлением другого языка или того же языка, но в другой период времени, то модель на основе машинного обучения нам не подойдет, поскольку она не будет столь прозрачной, как модель, основанная на знаниях. На сегодня при прочих равных условиях лингвистическая модель на основе знаний эксперта обладает большей объяснительной силой, чем модель, полученная с помощью машинного обучения. По крайней мере, при современном уровне технологии. **зн**



Анастасия Медведева

В МФТИ учатся удаленно не только на карантине: еще в 2016 году была открыта первая в России онлайн-магистратура. С тех пор прибавилось и программ, и студентов. В этом материале мы расскажем, что онлайн-магистратура — это не отдых в уютном кресле под расслабляющий голос лектора в наушниках, а много-много труда: и студентов, и преподавателей.

Онлайн-магистратура, **с которой ничего не случилось**

Первые шаги в онлайн Физтех сделал еще в 2006 году. Группа студентов и аспирантов задалась целью собрать лекции, которые читаются в МФТИ, в видеоформате. Проект, получивший название «Лекториум», до сих пор популярен среди студентов и абитуриентов Физтеха. Благодаря ему можно наверстать пропущенные занятия, повторить материал и прослушать лекции легендарных преподавателей, уже не преподающих.

Постепенно на основе лекций формировались онлайн-курсы, в программу которых вошли семинары, где разбирались решения задач, а также тесты и задания для проверки успеваемости. Следующим логичным шагом было создать на основе курсов нечто большее — магистратуру. Онлайн-формат позволил учиться на Физтехе иногородним студентам, совмещающим учебу и работу.

Первой ласточкой стала «Современная комбинаторика» — в 2016 году на это направление были зачислены первые 10 студентов. За два месяца приемки было обработано более пятисот заявок на программу, в итоге к вступительным испытаниям было допущено около ста человек. Десять абитуриентов, набравших максимальное количество баллов по сумме экзаменов математика + информатика, получили возможность попасть в пилотный набор. Кроме москвичей и жителей Подмосковья, на курсе оказались студенты из Питера, Вологды и Воронежа. Средний возраст поступивших — 24–28 лет, практически все студенты уже работали в IT-сфере.

НОВЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ

В этом году появилась англоязычная версия — Contemporary Combinatorics — для иностранных студентов. Еще одно англоязычное направление, набор на который открылся в этом году, — Modern State of AI, «Современные методы искусственного интеллекта».

В 2018 году стартовал проект «Цифровая экономика», совместный с РАНХиГС. В результате студент получает дипломы обоих вузов (или одного, если вдруг не справился с одной из программ). Также на Физтехе работает онлайн-магистратура «Технологическое предпринимательство», где партнером является РОСНАНО.

МЫ ДИПЛОМАМИ НЕ ТОРГУЕМ!

«На основе» — это не значит, что студент просто слушает те же лекции, что и на Coursera, а потом получает диплом МФТИ.

«Я был зарегистрирован на Coursera, даже начинал проходить некоторые курсы там, но в основном не заканчивал. Не хватало вовлеченности в процесс, может, стимула дойти до конца. Что меня вдохновляет? Две вещи: личный успех и успех “конкурентов”. Личный — я удачно рассказал, кто-то поверил в мою идею, нашелся единомышленник, захотели сотрудничать, выпустил прототип. Успех “конкурентов” — да, жалко, что не мой, но я хотя бы был на верном пути. Значит, в следующий раз надо быть быстрее. Одна из ключевых вещей для меня в образовании — окружать себя теми, кто умнее, опытнее тебя, и учиться

у них. Поэтому я считаю, что настоящее обучение возможно только в общине, а не индивидуально», — делится опытом студент первого курса онлайн-магистратуры МФТИ «Технологическое предпринимательство» Евгений Казаков.

ПРОКТОРИНГ

На курсах домашние задания проверяются программой, ставящей «зачет»/«незачет», или с помощью экспертизы сокурсников, не всегда подробно объясняющих свои замечания. В магистратуре же разберут все по косточкам в лучших традициях МФТИ. Как и в офлайн-магистратуре, здесь нужно сдавать экзамены, причем честность обеспечивает прокторинг. Специалист-проктор наблюдает за учащимся удаленно, что не даст воспользоваться Гуглом, «звонком другу» или «помощью зала». Кроме того, чтобы получить диплом, нужно написать и защитить квалификационную работу. Здесь поблажек тоже не делают — Физтех обязан держать марку, и до выпуска «доживают» не все. Нагрузка традиционно тоже немаленькая.

«При поступлении был заявлен объем времени, который потребуется посвятить учебе, — 10 часов в неделю. Тут у меня математика не сошлась, в реале 10 часов — это только очные занятия по выходным (иногда больше). По факту стоит выделять 20–25 часов в неделю, чтобы полностью усваивать материал. — рассказывает Евгений Казаков.

Именно поэтому и ведется отбор на этапе поступления — зачислять в платную магистратуру человека, который гарантированно «не потянет», преподаватели считают неэтичным.

КСТАТИ

Как и в офлайн-магистратуре, здесь нужно сдавать экзамены, честность обеспечивает прокторинг.

Последние полгода магистратуры посвящены исключительно работе над дипломом. Магистрант имеет возможность выбрать научного руководителя и тему работы на базе партнерских организаций магистерской программы. После успешной защиты выдается диплом МФТИ. Он ничем не отличается от диплома, выданного после окончания очной магистратуры. Единственное указание на формат обучения — название магистерской программы в дипломе.

«Наша онлайн-магистратура предоставляет все возможности, которые есть на Физтехе. Есть взаимодействие с нашими лабораториями со стороны «Яндекса», ABBYY и других топовых компаний. Есть возможность пройти собеседование по окончании и поступить в эти компании на работу. Студенты общаются напрямую со своими руководителями онлайн — постоянно, регулярно. И, кроме того, у нас очень интересно!» — улыбается профессор Андрей Райгородский, директор Физтех-школы прикладной математики и информатики МФТИ.

ВСЕ ДОРОГИ ВЕДУТ В ОНЛАЙН?

В этом году все учащиеся получили опыт удаленного обучения, более или менее удачный. Однако не стоит путать вынужденный переход и специально разработанную программу обучения...

«Я ни в коем случае не считаю, что образование должно быть онлайн целиком и полностью. Правилен именно формат, когда одно усиливает другое. Или когда это какие-то выделенные, специально построенные под обучение онлайн магистратуры. Там не просто мы ведем вебинары по расписанию, а подстраиваемся под разные категории наших слушателей, чтобы они могли учиться, не приезжая из других городов», — заявляет Андрей Райгородский. ЗН

Новые звезды ФИЗТЕХА

Мария Тумар,
Иван Бондарев,
Варвара Кравцова

Чтобы стать физтехом, достаточно просто быть лучшим — на школьных олимпиадах, на конкурсах и конференциях, по результатам ЕГЭ... Знакомьтесь: физтехи-первокурсники Юля Гусева, Фёдор Оксаниченко и Дима Савичев.

ЮЛЯ ГУСЕВА

БИОЛОГИЯ В ОСНОВЕ ЖИЗНИ

Биология для меня — самая удивительная наука. Мы все состоим из маленьких клеток, которые, в свою очередь, состоят из органоидов. Все это так слаженно работает, что в конечном итоге мы можем ходить, разговаривать и думать. Это настолько удивительно... Или взять, например, эволюцию. Это же уму непостижимо: микроскопические организмы развились задолго до современных животных. Когда я увидела в 5 классе передачу о 3D-принтерах, которые используются для печати органов, мой мир перевернулся. С того момента я решила, что должна стать биоинженером. Меня интересует, как устроена жизнь, а это и есть биология.

ОЛИМПИАДА И ЕГЭ: БАЛАНС ПРИ ПОДГОТОВКЕ

При подготовке к олимпиаде я читала много дополнительной литературы, смотрела курсы на «Фоксфорде». Занималась и с репетитором: мы разобрали часть тем более углубленно, что мне определенно пригодилось. Ходила на занятия в школу дополнительного образования в Ярославле.

Но в целом для меня подготовка к ЕГЭ была сложнее, чем к олимпиаде. Для олимпиады я изучала в основном то, что мне было интересно. А для ЕГЭ приходилось повторять весь материал, включая тот, который я не очень люблю. Главное отличие в том, что олимпиадные вопросы зачастую требуют не глубоких знаний, а просто логического мышления. Некоторые задания можно решить только за счет сообразительности, а это очень привлекательно и крайне интересно.

ОТКРЫВАЯ МИР ФИЗТЕХА

МФТИ — единственный вуз, в который я хотела поступить. Все студенты, с которыми я общалась, говорят одно и то же: учиться сложно, учиться интересно, а на ФБМФ прекрасная творческая атмосфера.

Я считаю, что самые интересные направления в биологии находятся на стыке наук: биохимии, биофизики, биоинформатики. Поэтому я выбирала вуз, в котором будет высокий уровень преподавания всех этих предметов. Я уже вижу направления для развития и знаю, что обучение на Физтехе будет увлекательным.

ФЁДОР ОКСАНИЧЕНКО

ОТ МАТЕМАТИКИ ДО ФИЗИКИ ОДИН ШАГ

Свою олимпиадную карьеру я начал с математики, выступал на достаточно хорошем уровне в Санкт-Петербурге. Но в моей школе физику вел очень хороший преподаватель, и меня здорово увлек и этот предмет тоже. В соревновательном процессе сложно остановиться: спорт затягивает. К тому же это так круто, когда общаешься с такими же увлеченными наукой людьми, повышаешь свои результаты и двигаешься постоянно вперед!

ПУТЬ КО ВСЕРОССУ

Ко Всероссийской олимпиаде я готовился уже в лицее ФТШ, где хорошо налажена система подготовки. Летом мы ездили в лагеря на три недели, а потом во время учебного года каждую неделю у нас проходили занятия по олимпиадной физике. С такой подготовкой я, конечно, рассчитывал на успех, но победа была нелегкой и далась не сразу.

ПОЧЕМУ ФИЗТЕХ?

При выборе вуза на меня сильно повлиял тренер сборной России по физике Виталий Андреевич Шевченко. Я слышал от него много хорошего о Физтехе. Подготовка к Международной олимпиаде у нас проходила в МФТИ, поэтому в 11 классе

я бывал там чуть ли не чаще, чем в школе. К тому же очень многие мои знакомые поступили на Физтех. То есть, по сути, даже мой круг общения не должен сильно измениться. Я знаю, что именно здесь будет широкий выбор направлений для обучения, здесь учатся все самые крутые ребята. Если ты написал Всеросс по физике и у тебя нет проблем с переездом в Москву, то, конечно, только Физтех!

ДИМА САВИЧЕВ

ВЫСШИЙ РЕЗУЛЬТАТ ЕГЭ

Математика меня интересовала с первого класса. Мне всегда нравилось решать нестандартные задачи. Именно математика формирует гибкость ума, аналитическое мышление и развивает способность взглянуть на проблему с разных сторон.

К ЕГЭ я готовился в основном в своей физико-математической школе: у нас подготовка по техническим предметам была на высоком уровне. По русскому я решил подстраховаться и отрабатывал сочинения с репетитором. Записался и на онлайн-курсы, которые помогли оценить свои силы, найти слабые места. Однако в целом успешная сдача ЕГЭ — наша личная ответственность. Необходимо много работать над собой и совершенствовать свои знания.

Самыми сложными предметами для меня оказались русский и информатика. Во-первых, по этим предметам у меня не было олимпиад, а значит, ошибки там допускать было опасно. Во-вторых, мне не всегда хорошо давались сочинения, что тоже пугало. А по информатике было несколько довольно трудных задач, над которыми пришлось долго думать. Но, что и говорить, я очень рад, что сдал экзамены на такие баллы.

ВПЕРЕДИ ФИЗТЕХ

Я очень много слышал о том, какие на Физтехе классные преподаватели и ребята, как тесно связаны здесь наука и индустрия, что важно для будущей карьеры. Надеюсь получить глубокие знания в области математики и информатики. Конечно, рассчитываю найти на Физтехе новых друзей и знакомых, новые интересы. Сейчас увлекаюсь игрой на гитаре. Думаю, самым трудным может стать дополнительное самостоятельное изучение материала, ведь лекции не всегда дают исчерпывающее знание.

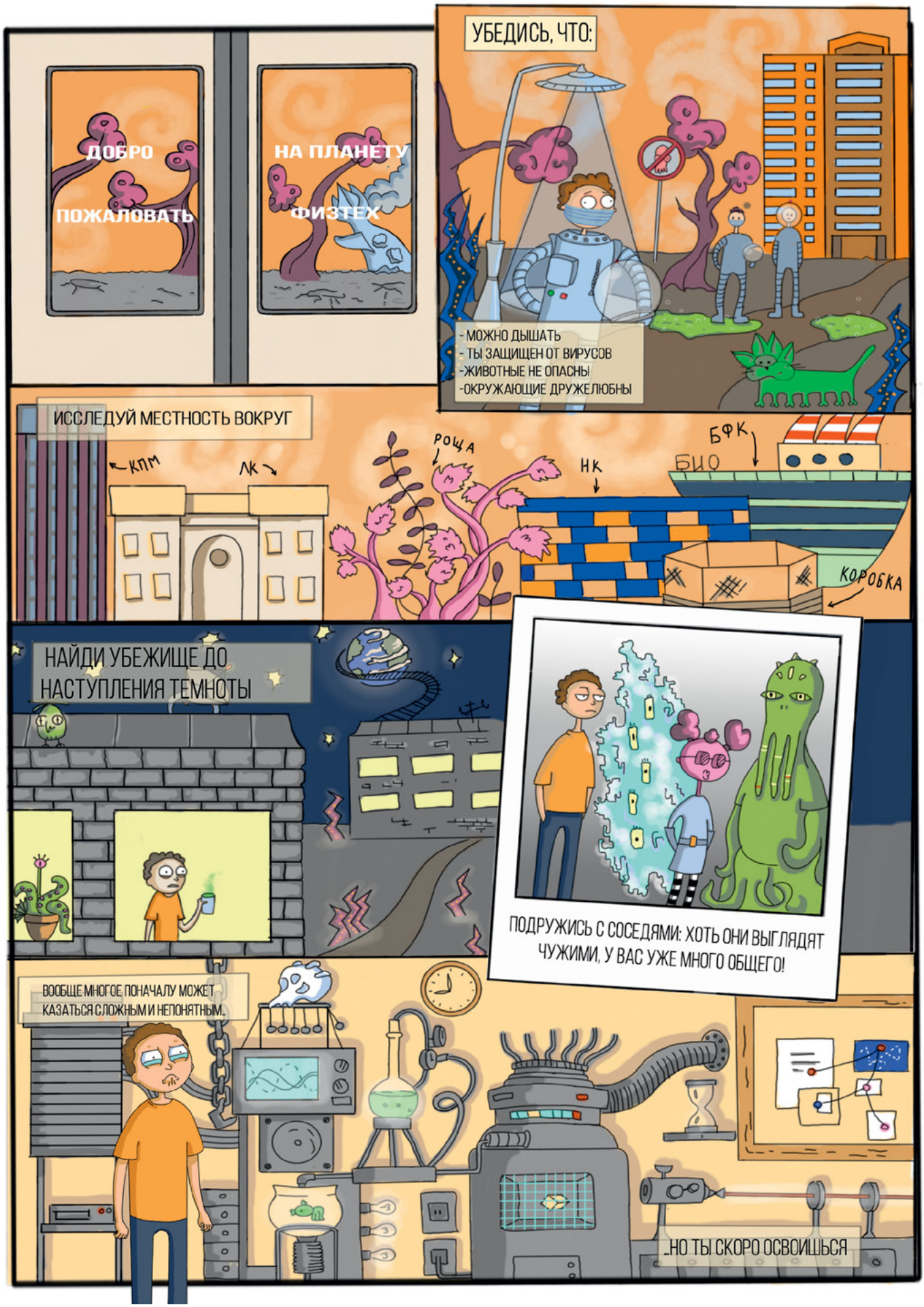
НЕВЕДОМОЕ БУДУЩЕЕ

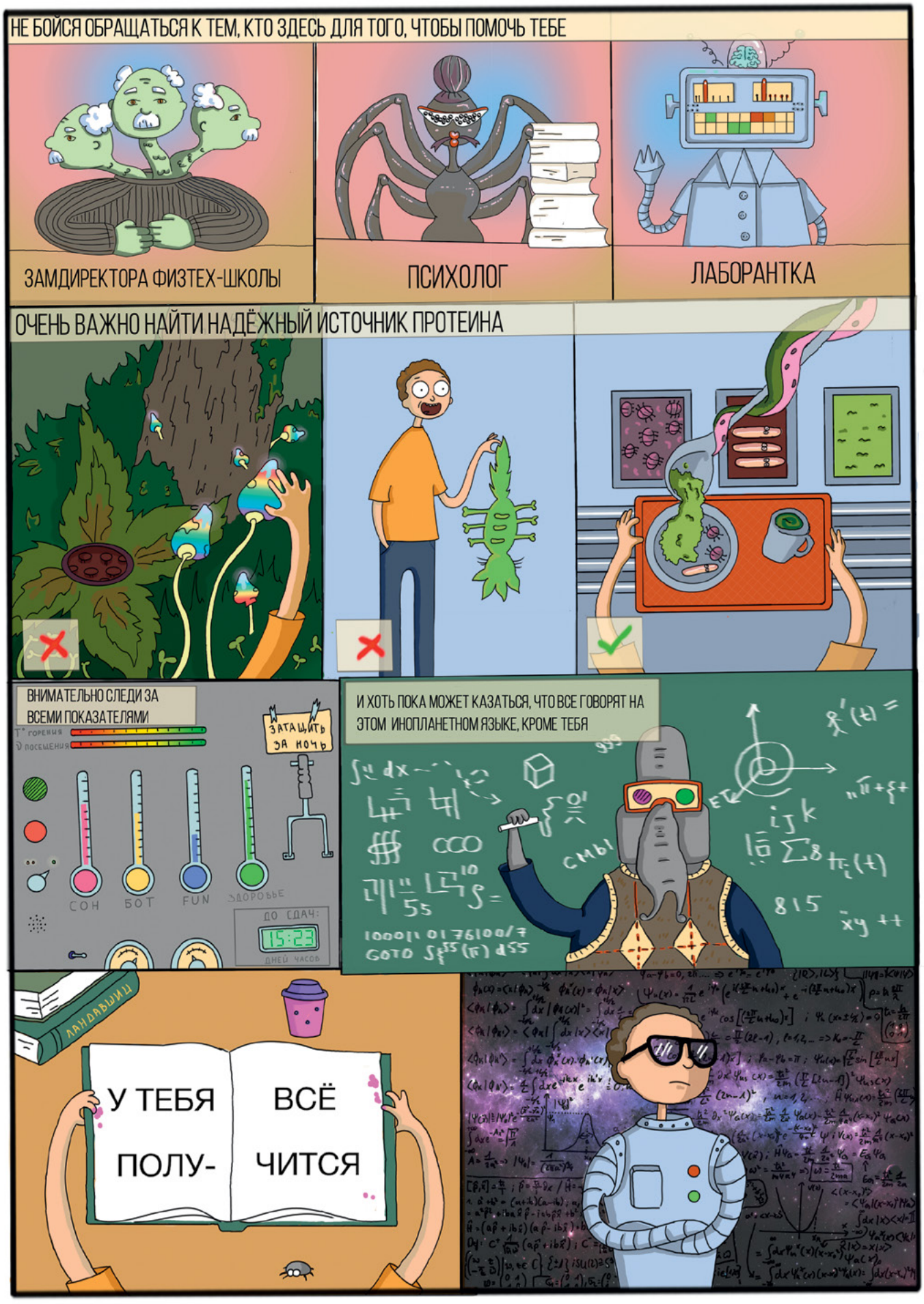
Я надеюсь, что в МФТИ я буду заниматься программированием с упором на математику. Будущее после Физтеха еще так далеко, что пока мне сложно сказать, чего я хочу, но в указанные области я иду совершенно сознательно. А еще у меня сложилось впечатление, что для того, чтобы применить все полученные знания на практике, придется приложить серьезные усилия. Но я к этому готов. Не зря же я пришел на Физтех. **зн**

Юлия Гусева — первокурсница ФБМФ, победительница олимпиады школьников «Ломоносов» по биологии, обладательница 93 баллов ЕГЭ по этому предмету.

Фёдор Оксаниченко — выпускник известного питерского лицея ФТШ, победитель Европейской олимпиады по физике, а ныне студент Физтех-школы ЛФИ.

Дмитрий Савичев — тот самый знаменитый первокурсник ФПМИ, который набрал 400 баллов на ЕГЭ.


ДОБРО ПОЖАЛОВАТЬ
НА ПЛАНЕТУ ФИЗТЕХ
УБЕДИСЬ, ЧТО:
- МОЖНО ДЫШАТЬ
- ТЫ ЗАЩИЩЕН ОТ ВИРУСОВ
-ЖИВОТНЫЕ НЕ ОПАСНЫ
-ОКРУЖАЮЩИЕ ДРУЖЕЛЮБНЫ
ИССЛЕДУЙ МЕСТНОСТЬ ВОКРУГ
КПМ
ЛК
РОЩА
НК
БФК
БИО
КОРОБКА
НАЙДИ УБЕЖИЩЕ ДО НАСТУПЛЕНИЯ ТЕМНОТЫ
ПОДРУЖИСЬ С СОСЕДЯМИ: ХОТЬ ОНИ ВЫГЛЯДЯТ ЧУЖИМИ, У ВАС УЖЕ МНОГО ОБЩЕГО!
ВООБЩЕ МНОГОЕ ПОНАЧАЛУ МОЖЕТ КАЗАТЬСЯ СЛОЖНЫМ И НЕПОНЯТНЫМ.
..НО ТЫ СКОРО ОСВОИШЬСЯ


НЕ БОЙСЯ ОБРАЩАТЬСЯ К ТЕМ, КТО ЗДЕСЬ ДЛЯ ТОГО, ЧТОБЫ ПОМОЧЬ ТЕБЕ
ЗАМДИРЕКТОРА ФИЗТЕХ-ШКОЛЫ
ПСИХОЛОГ
ЛАБОРАНТКА
ОЧЕНЬ ВАЖНО НАЙТИ НАДЁЖНЫЙ ИСТОЧНИК ПРОТЕИНА
ВНИМАТЕЛЬНО СЛЕДИ ЗА ВСЕМИ ПОКАЗАТЕЛЯМИ
ЗАТАЩИТЬ ЗА НОЧЬ
СОН
БОТ
FUN
ЗДОРОВЬЕ
ДО СДАЧ:
15:23
ДНЕЙ ЧАСОВ
И ХОТЬ ПОКА МОЖЕТ КАЗАТЬСЯ, ЧТО ВСЕ ГОВОРЯТ НА ЭТОМ ИНОПЛАНЕТНОМ ЯЗЫКЕ, КРОМЕ ТЕБЯ
ЛАНДАУ-ЛИЦ
У ТЕБЯ ВСЁ
ПОЛУ- ЧИТСЯ

Пять принципов выживания на Физтехе

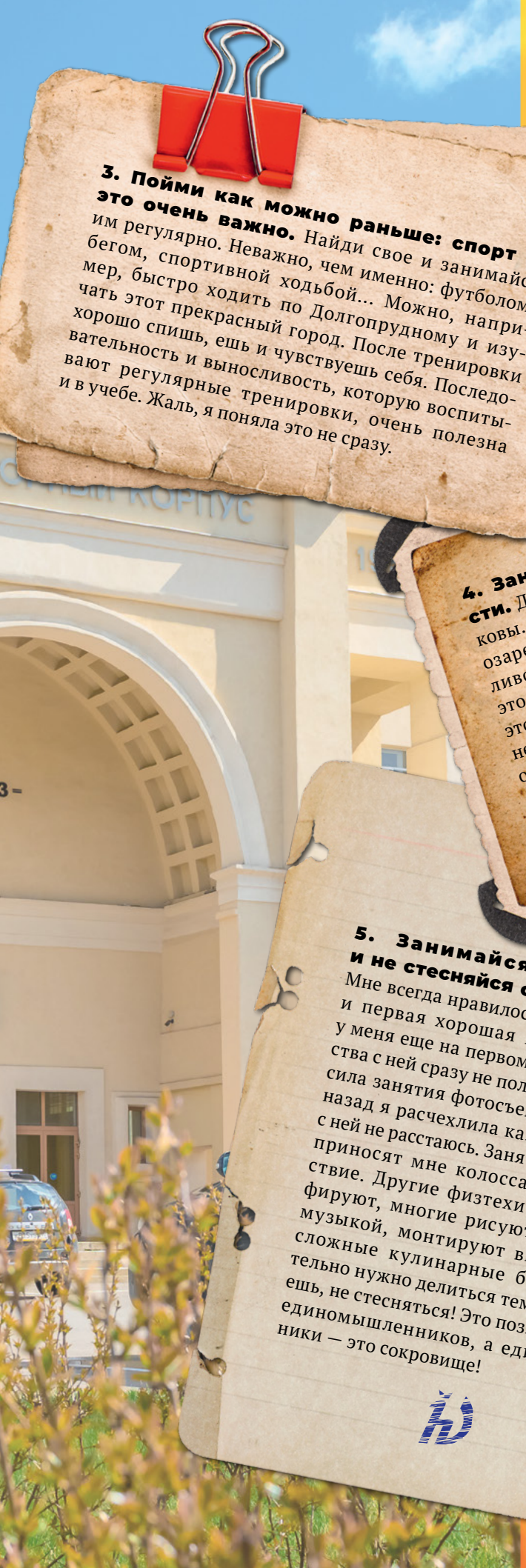
Александра Пещеренко

Вспоминаю юность.
Улыбнусь порою, порой отплюнусь.
И. Бродский

Начну с банального: поступить на Физтех куда проще, чем на нем учиться. Эйфория «я поступил!» проходит за пару недель. Потом, как в браке, начинается обыкновенная жизнь. Вот пять практических советов, которые я дала бы себе самой семь лет назад, когда только поступила. Надеюсь, они пригодятся и теперешнему читателю.

1. Прими это: все люди учатся по-разному и необязательно так, как от них этого ждут. На первой лекции по матанализу я перестала понимать происходящее минут за тридцать до звонка. Больше я туда не ходила. Я винила себя: в расписании лекции есть, а значит, они кому-то необходимы. Кто-то извлекает из этих полутора часов жемчужины. Но не я. Опытным путем я обнаружила: единственно возможный для меня способ разобраться в учебном материале — посидеть наедине с книжкой. Так что сейчас я бы посоветовала себе тогдашней забыть про чувство вины и просто не ходить туда, где скучно и непонятно.

2. Всем трудно по-своему. Не завидуй. Общайся и сочувствуй: ты не одинок. Мне постоянно казалось, что другим, но не мне все дается легко. Задачи на семинарах, лабораторные, бег на несколько километров. Обязательно возникал тот, кто справлялся со всеми задачами, вроде, с необыкновенной легкостью. Но это неправда: на Физтехе сложно всем. Любитель успеть все в последний момент обламывается. Его сосед хочет «всего и сразу»: спорт, учеба, личная жизнь.. Иной герой строг к себе, как монах нищенского ордена. Кого-то подводит здоровье, а другого изматывает сочетание работы с учебой. Нынче мы крайне редко видим друг у друга лица, эмоции, внешность. Поэтому сейчас особенно важно открыто говорить о своих проблемах. Надо было делать это семь лет назад. Сегодня было бы не так одиноко.



3. Пойми как можно раньше: спорт — это очень важно. Найди свое и занимайся им регулярно. Неважно, чем именно: футболом, бегом, спортивной ходьбой… Можно, например, быстро ходить по Долгопрудному и изучать этот прекрасный город. После тренировки хорошо спишь, ешь и чувствуешь себя. Последовательность и выносливость, которую воспитывают регулярные тренировки, очень полезна и в учебе. Жаль, я поняла это не сразу.

4. Занятия наукой не означают гениальности. Делать науку может кто угодно. Ученые неодинаковы. Кто-то, как Лев Ландау, мыслит быстро и живет озарениями. Другой продвигается медленно, кропотливо трудится, глубоко погружается в проблему, как это делал Нильс Бор. У меня были реально гениальные в этом смысле одногруппники, но в себе я этого качества не обнаруживала. Вот этой вот способности мгновенно ответить на любой вопрос, решить любую задачу за пару минут. Не стоило сравнивать себя с другими. Теперь я убеждена: упорный и последовательный труд приведет любого из нас туда же, куда кое-кого привела врожденная гениальность. В науке есть место всем, кроме ленивых.

5. Занимайся творчеством и не стесняйся самовыражаться. Мне всегда нравилось фотографировать, и первая хорошая камера появилась у меня еще на первом курсе. Но волшебства с ней сразу не получалось, и я забросила занятия фотосъемкой. Однако год назад я расчехлила камеру, и с тех пор с ней не расстаюсь. Занятия фотографией приносят мне колоссальное удовольствие. Другие физтехи тоже фотографируют, многие рисуют, занимаются музыкой, монтируют видео, готовят сложные кулинарные блюда. Обязательно нужно делиться тем, что ты делаешь, не стесняться! Это позволяет найти единомышленников, а единомышленники — это сокровище!

Всех поздравляю с поступлением и желаю успехов в учебе!

Попасть в список Forbes — ЭТО НЕ ЦЕЛЬ

Анастасия Покровская,
Юлия Болдырева

О заслугах этого выпускника МФТИ можно говорить бесконечно: успешный российский предприниматель, венчурный инвестор, филантроп, участник списка богатейших людей России по версии журнала Forbes, сооснователь и совладелец корпорации «ТЕХНОНИКОЛЬ», «Института ускорения экономического развития (Рыбаков Фонд)», группы компаний Prytek, смарт-офисов SOK и школы мастеров жизни X 10 Academy, и это далеко не весь список. Нам повезло лично познакомиться с этим ярким и эпатажным человеком, который «крышевал» в 90-е в прямом, а не переносном смысле. Встречайте: правила жизни Игоря Рыбакова.

Я пошел на Физтех, потому что знал, что здесь собираются лучшие люди. Помню это очень хорошо. Тогда в моей жизни был период: я не знал, что делать. Родители говорили мне: «Ты должен знать, кем ты будешь по жизни!». Я метался, переживал. Чем больше я пробовал, тем меньше я понимал. В моей школе учились братья Полиновы, умные ребята, поступили на Физтех. В этот период я встретил их и спросил: «А там, где вы учитесь, много таких?». Ответ был прост: «Там все такие». Ну и все, я понял, куда хочу. Так и оказался на Физтехе.

Самое главное в вузе — люди! Моя дочь Полина сейчас учится в МФТИ, я до сих пор помню, как она поступала. Все говорят: «Ты с Физтеха, дочь с Физтеха, наверное, ты на нее влиял, да?». Но все не так. У Полины была идея поступать в совершенно другое место, но уже в выпускном классе она меня спросила: «Пап, а что самое главное в вузе?». И я ей ответил: главное, чтобы там были увлеченные люди с горящими глазами, быть среди таких людей многого стоит. А она мне говорит: «Я помню, это было! И это было на Физтехе». Так Полина и решила пойти в МФТИ. Я рад, что она сама приняла это решение.

Абсолютно не важно, в каком ты месте. Важно — с кем ты. Я уверен, что где бы я ни оказался — «Кванты», «Физхим» или любой другой факультет — все было бы так же хорошо. Я с уверенностью могу сказать, что студенты на Физтехе — это точно самые лучшие люди. Сейчас в моей компании работает много выпускников МФТИ, например мой партнер Сергей Колесников, финансовый директор Жанна Махоткина, гендиректор производственной компании Владимир Марков, гендиректор торговой компании Анатолий Нестеров, гендиректор бизнес-единицы «Кровля» Андрей Ларцев. Физтех полон людей мощных, светлых, и это здорово. Это правильное место. Таких мест очень мало. Я горжусь, что угодил в это место!

Физтех вытолкнул меня в состояние, когда я вынужден был выживать. Очень большая нагрузка приводит к проявлению способностей человека решать задачи в отсутствие информации и времени. Кроме того, на Физтехе я обрел свое дело. К пятому курсу я и мой однокурсник Сергей Колесников стали владельцами большой фирмы, это дало мощнейший старт в жизни. А сейчас я благодарный выпускник Физтеха и член Физтех-союза, передаю свой опыт студентам МФТИ.

У меня есть просто благодарность. Это благодарность к источнику — к Физтеху, из-за которого я — то, что я есть. Это чувство не имеет рационалистического обоснования. Просто благодарность и осознание того, что «я отсюда». Моя деловая жизнь, мое ощущение себя взрослым человеком — все сложилось где-то вот в этой географии, среди этих людей, где-то здесь. Это не патриотизм. Это не прагматика. Это не долг, нет! Это просто благодарность.

Неважно, кем ты будешь! Важно другое! Как я уже сказал, в школе у меня был период, когда я не знал, кем я буду. Однажды мой отец меня позвал и сказал: «Слушай, Игорь! Я вижу, что ты немножко расстроен и напуган оттого, что не знаешь кем хочешь стать. Неважно, кем ты будешь. Важно другое!». Он достал из кошелька денежную купюру (доллар), подписал и дал ее мне: «Слушай, Игорь, важно другое! Возьми вот этот доллар. Это билет в твое будущее. Возьми его, научись умножать, стань автономным. И когда научишься — расскажи другим, как это делать».

Думай своей головой! Об этом я говорю всем своим ученикам. Не надо обращать внимание на общественное мнение. Не следует идти в мейнстрим. Не следует заниматься наукой, если все говорят, что надо заниматься наукой. Не следует делать ничего того, что говорит общество.

Правила в своей жизни должны устанавливать вы сами. В противном случае добиться успеха просто невозможно, и вам всего лишь придется выполнять чьи-то указания, чтобы не умереть с голоду. У вас ничего в жизни не будет. Поэтому меняйте правила, устанавливайте свои собственные и станьте сами правилами. Это, кстати, не противоречит заботе об окружающих. Когда вы сами меняете правила, устанавливаете правила, достигаете успеха, вы можете позаботиться о вашей команде, вашей стране, о вашем доме, дворе.

Надо вообще разговаривать с миром делами, а не словами. Во всяком случае, это мой принцип. Например, те, кто говорит о заботе, — они, как правило, используют это в каких-то своих целях. И зачастую говорят, а потом ничего не делают.

Всегда надо расти и развиваться. Великофизтеховский шовинизм — это страшное дело! На Физтех поступают умные люди, но развитие просто необходимо. Первые два года, когда студентов прессуют, надо учиться выживать. А с третьего курса — обязательно начинать заниматься каким-то проектом, что-то делать. Я так со своим бизнес-партнером Сергеем начал с третьего курса работать, делать бизнес.

Само собой ничего не получается. Большая тренированность приводит к тому, что ты добиваешься успеха в своих целях. Именно так я и стал →

ярким человеком, заметным в социальных сетях. Я бы сказал еще о том, что существуют четыре важных составляющих жизни: представления, приемы, практики и привычки. Первое — это как мы представляем себя в мире и других людей, это такой каркас. Второе и третье — это что мы делаем и как мы делаем. Четвертое — то, что мы делаем под большой нагрузкой, когда нет времени думать. Большая тренированность переводит значительную часть приемов и практик в привычки. Мы даже не замечаем: значительная часть того, что сейчас со мной происходит в жизни, оно как бы само собой. Но это именно следствие правильных или выгодно сформированных привычек, которые во мне уже существуют.

Надо стать заметным. Все люди хотят, чтобы их заметили, увидели, платили больше. Незаметным быть невыгодно. Вы спрашиваете, почему я такой медийный и заметный в обществе? Потому что это выгодно. Но не каждый понимает, как это сделать.

Эффект низкой базы. Существует такое понятие. Суть в том, что когда база низкая, малейшее улучшение делает ее больше и заметней. Всегда надо идти в самую большую проблему, где ничего без вас не получается. Там можно быстро стать заметным. Это общая рекомендация всем людям, которые хотят проявить себя.

Создание компании с многомиллиардным оборотом — это довольно много итераций и составляющих. По сути, мы делаем то же самое, что и другие люди, только быстрее и точнее стараемся принимать решения. Это наша особенность. Мы научились ее воспроизводить и тренировать. Сейчас я занимаюсь тем, что передаю эти знания и опыт ученикам в своей академии Rybakov X 10 Academy. Приглашаю всех физтехов прийти на отбор: https://x10academy.ru — я с особым удовольствием передам вам смыслы и практики, которые сделали меня успешным!

История создания компании «ТЕХНОНИКОЛЬ» — это не про успех, а про компетенции жизни. Существуют компетенции, которые позволяют достигать всего, что ты хочешь. Главное — использовать их правильно. Не всегда достаточно одного усердия: тот, кто роет траншею, может делать это с огромным усердием и трудом, но это не значит, что он успешен в жизни. Надо знать, в каком направлении копать, что копать, чем копать и с кем копать! Тот, кто знаком с этим правилом, — вооружен! Я хочу, чтобы десять тысяч людей в России владели этими компетенциями. Сейчас только сто человек ими владеет, включая меня.

«ТЕХНОНИКОЛЬ» — это не про успех, а про компетенции жизни.

Если полетело — хорошо, продолжим. Не полетело? Переделай и еще раз запусти. Помните знаменитую фразу «семь раз отмерь, один раз отрежь»? Она не работает в сегодняшней жизни. Сейчас все иначе: «семь раз отрежь, три раза склей, и что полетело — то выбери». Вот что работает! Все меняется, и, грубо говоря, иногда приходится принимать решения в условиях «бедных данных». Ну очень бедных данных. Это правильный навык, которому не всегда учат в вузе, но о котором надо знать.

Попасть в список Forbes — это не цель. Для меня это ничего не значит. Часто люди говорят: «Вот, у меня есть цель попасть в список Forbes». Я тут же отвечаю: «Стоп! Ребята, это ложная цель». Вы попадете в этот список, например, если вы сделаете много полезного для других людей. Вот это — цель! Принеси очень много пользы обществу! Найди способ. Я не знаю, изобрети какую-нибудь вакцину, какой-то аппарат, который всем нужен, кровлю, изоляцию! Тогда у тебя будет много денег, тогда тебя внесут в список.

Я учусь не просто слушать. Я учусь слышать людей. Каждый из нас живет среди мировоззрений других. Поэтому, находясь в обществе, я слушаю, прислушиваюсь, и еще — я слышу. Другой вопрос: что мы слышим? Какие кубики «лего» я складываю в свое мировоззрение? Что я беру для себя в виде импульса? Очень интересный вопрос, философский!

Жизнь состоит из участков, когда ты придумываешь что-то, чего еще нет. Потом идешь к этому. Затем еще придумываешь и идешь. Так вот, важно, с каким настроением ты смотришь в свое будущее. В каком настроении ты сейчас находишься. Если ты настроен на благоприятное будущее — с тобой случаются благоприятные вещи. Ты тренируешь в себе индивидуальный навык порождения, коллективные навыки сотворчества, коллективную выработку правил, видение изнутри образующегося целого. Эти вещи меняют твой мир радикально и к лучшему. Необходимо всю жизнь, каждый день тренировать навыки порождения и сотворчества с другими людьми, навык нахождения в потоке с другими людьми. Навык коллективной выработки правил. Это жизненные компетенции, которые нужны каждому.

Окружайте себя людьми, которые не позволят вам быть менее яркими, чем вы можете. Я всегда советую окружать себя людьми неравнодушными и теми, к кому вы неравнодушны. Они не позволят вам быть менее яркими, чем вы можете. Когда вы попадете в какую-нибудь депрессию, плохое состояние, они подойдут и скажут: «Эй, подожди, подожди! Ты же можешь все!». И вы выйдете опять в состояние, подталкивающее вас к действиям. Обретете хорошее настроение. Это, пожалуй, самое главное. Поэтому я очень ценю своих наставников, своих учителей. Они всегда со мной. **ЗН**

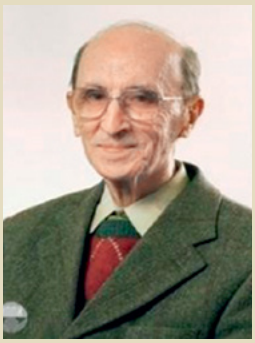
Марина Тебенькова

Будущее медицины – в руках специалистов естественных наук

В этом году кафедра физики живых систем празднует свой 55-й юбилей. Выйдя за пределы названия кафедры, термин «физика живых систем» ознаменовал целое научное направление (комплекс из биомедицинской физики, механики, информатики, инженерии и других дисциплин), став «брендом» научно-образовательной деятельности МФТИ, имеющим международное признание.

У истоков

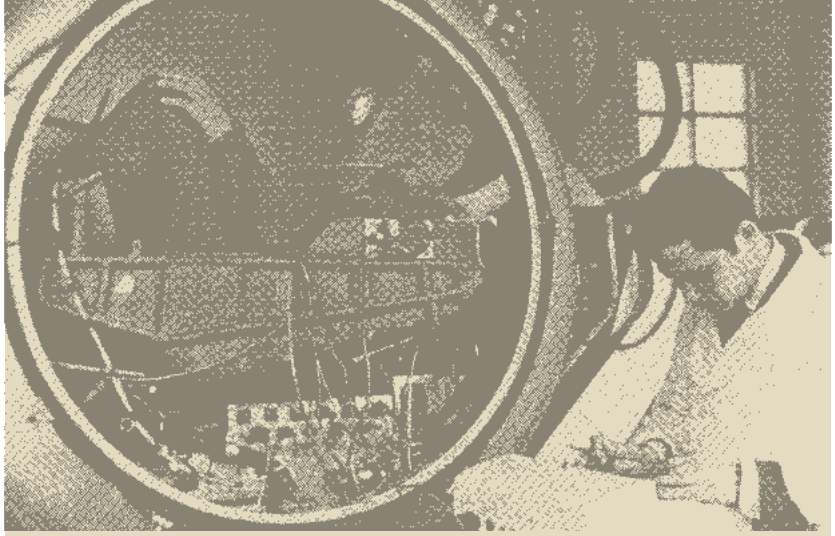
В 1965 году ректор Московского физико-технического института Олег Белоцерковский вместе с советскими физиологами Василием Париным и Олегом Газенко взяли на себя инициативу создания межфакультетской базовой кафедры, которая бы давала студентам возможность не только получить знания в области точных наук, но и иметь представление о том, как можно их применить на благо медицинской науки и здравоохранения.



Инициаторы создания кафедры физики живых систем. Слева направо: ректор МФТИ в 1962–1987 гг. Олег Михайлович Белоцерковский, директор Института медико-биологических проблем в 1965–1969 гг. Василий Васильевич Парин, директор Института медико-биологических проблем в 1969–1988 гг. Олег Георгиевич Газенко

Организаторами учебного процесса на кафедре стали доктора наук Лев Шик, Виктор Гурфинкель, Владимир Хаютин и Эдуард Трухан.

Появление в институте биологов, физиологов, медиков и специалистов в других неожиданных для МФТИ областях воспринималось с некоторой настороженностью: Физтех у всех ассоциировался исключительно с точными науками. Неужели здешняя среда могла бы помочь медицинской науке? Этот вопрос наконец был задан тоном, явно подразумевающим положительный ответ. Математика, физика, механика, информатика — все, что казалось прежде немыслимым в сочетании с биологией, физиологией и медициной, вступило в игру.



ПРИКАЗ

ПО МОСКОВСКОМУ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКОМУ ИНСТИТУТУ

№ 199-и

28- июля 1965 г. гор. Долгопрудный

"Об организации кафедры живых систем"

§ 1.

Для подготовки на факультете общей и прикладной физики и факультете молекулярной и химической физики инженеров- физиков-исследователей биофизического профиля образовать специальную кафедру по специальности " физика живых систем".

§ 2.

Закрепить кафедру физики живых систем за факультетом общей и прикладной физики и факультетом молекулярной и химической физики.

§ 3.

Назначить заведующим кафедрой физики живых систем доктора биологических наук, профессора ШИА Льва Лазаревича.

§ 4.

Декану факультета общей и прикладной физики РАДКЕВИЧУ Н.А. и декану факультета молекулярной и химической физики ТАЛЬРОЗЕ В.Л. организовать обучение студентов по учебному плану указанной специальности на I- II курсах с I сентября 1965 г.

РЕКТОР ИНСТИТУТА /О.БЕЛОЦЕРКОВСКИЙ/

Приказ «Об организации кафедры живых систем», 1965 год

В МФТИ к моменту создания кафедры уже существовали направления по биофизике клетки, вместе с тем эпоха разгорающейся космической гонки требовала от ученых развития новых направлений медицинской науки. Покорительские амбиции касались и других прикладных научных областей, помимо космонавтики. Требовалось дать исчерпывающие ответы на новые вопросы, как создать системы жизнеобеспечения для функционирования в различных экстремальных условиях: сверхзвуковая авиация, освоение арктического, антарктического и глубоководного пространства.

Руководство Физтеха приняло решение о создании научно-образовательной программы по подготовке специалистов нового профиля на кафедре физики живых систем. Помимо основополагающей физико-математической подготовки, которая не при каких обстоятельствах не должна была проседать, в учебный план студентов внесли курсы по основам биологии и медицины.

Курсы лекций на кафедре. Первые годы:

«Основы теоретической и экспериментальной физиологии» (Л. Л. Шик, В. М. Хаютин, В. С. Гурфинкель),

«Основы общей биологии» (А. А. Нефакс),

«Элементы биохимии» (И. С. Балаховский),

«Общая биофизика» (Э. М. Трухан),

«Теоретическая биофизика» (М. В. Волькенштейн),

«Математическая биофизика» (В. И. Кринский),

«Механика сплошных сред» (С. А. Регирер),

«Авиационная и космическая биология и медицина» (О. Г. Газенко, В. Б. Малкин),

«Основы теории управления и автоматического регулирования» (Л. И. Розоноэр, Б. Я. Поляк),

«Теория информации» (П. А. Бакут),

«Статистическая радиофизика» (С. М. Рытов),

«Искусственные органы» (В. И. Шумаков).

ПОЯВЛЕНИЕ БАЗОВЫХ ИНСТИТУТОВ

Руководство Физтеха в те годы, сознавая, что с насыщенной образовательной программой обучения смогут справиться только сильные студенты, дало согласие на формирование студенческого контингента кафедры за счет перевода студентов с других факультетов и базовых кафедр в порядке конкурсного отбора.

> *Первыми базовыми институтами кафедры физики живых систем стали Институт хирургии имени А. В. Вишневского АМН СССР, Институт медико-биологических проблем Минздрава СССР, Институт проблем передачи информации АН СССР, Институт нормальной и патологической физиологии АМН СССР, Институт биофизики АН СССР и Институт кардиологии (в дальнейшем ВКНЦ АМН СССР).*

Многобазовая структура кафедры естественным образом позволила привлечь для преподавания ведущих ученых и специалистов из различных институтов, головных по своему профилю, что было совершенно необходимо из-за широкого спектра научно-исследовательских задач, которые предстояло решать выпускникам кафедры.

ЖИЗНЬ НА РАЗНЫХ ФАКУЛЬТЕТАХ

За 55 лет существования кафедра физики живых систем была на разных факультетах МФТИ.

Вначале она была организована как межфакультетская кафедра факультетов общей и прикладной физики и молекулярной и химической физики. Но такое положение дел сохранялось всего год: уже в 66-м она продолжила существование только в рамках Факультета общей и прикладной физики.

В 1982 году вице-президент Академии наук Юрий Овчинников заявил о целесообразности создания в МФТИ нового факультета физико-химической биологии, в состав которого вошла кафедра физики живых систем. Возглавил факультет один из основоположников физики живых систем на Физтехе Эдуард Трухан.

Позднее, в 97-м году кафедра была вовлечена в процесс объединения факультетов физико-химической биологии и молекулярной и химической физики в Факультет молекулярной и биологической физики, на котором она функционировала вплоть до 2012 года, а затем перешла на Факультет биологической и медицинской физики.

В связи с созданием в МФТИ системы Физтех-школ кафедра физики живых систем вошла в состав Физтех-школы биологической и медицинской физики.

НЕМНОГО О РУКОВОДИТЕЛЯХ

Первым руководителем кафедры физики живых систем был один из ее основоположников Лев Лазаревич Шик, который возглавлял ее вплоть до 1984 года.

Его преемником стал выдающийся советский ученый-трансплантолог Валерий Иванович Шумаков. Будучи директором НИИ трансплантологии и искусственных органов Министерства здравоохранения, Шумаков расширил спектр базовых организаций, добавив в него свой родной институт.

В сентябре 2008 года его сменил директор Научно-исследовательского института скорой помощи им. Н. В. Склифосовского Могели Шалвович Хубутия, который руководит кафедрой физики живых систем и по сей день.

Совещание по совершенствованию системы подготовки востребованных специалистов в МФТИ, 3 марта 2009 года

ПРОГРАММА ДВОЙНОГО ДИПЛОМА

Несмотря на то, что кафедра физики живых систем была связана со множеством институтов, занимающихся исследованиями в различных областях медицины, выпускники кафедры вместе с тем продолжали работать как инженеры-физики-исследователи. Многие из них стали ощущать нехватку медицинских знаний, которые способствовали бы их профессиональному росту.

В 2000 году руководство кафедры задумалось о возможности создания образовательного направления, которое готовило бы исследователей в области физики и инженерии с высшим медицинским образованием. Валерий Шумаков официально выступил с таким предложением в 2001 году, и оно обсуждалась на заседании Ученого совета факультета молекулярной и биологической физики МФТИ.

Информация об организации в МФТИ программы подготовки специалистов-исследователей с высшим медицинским образованием на базе естественнонаучного бакалавриата впервые была опубликована 24 марта 2003 года в газете «За науку», в статье «Физтех и медицинское образование».

Во вторник, 3 марта 2009 года Владимир Путин провел в МФТИ правительственное совещание по совершенствованию системы подготовки востребованных специалистов. Заведующий кафедрой физики живых систем Могели Хубутия выступил с предложением об организации подготовки специалистов-исследователей с медицинским образованием на базе естественнонаучного бакалавриата. Междисциплинарному образовательному проекту была дана высокая оценка.

Образовательная программа рассчитывалась на семь лет, обучение предлагалось осуществлять по общему сквозному плану, предусматривающему полное освоение материала по направлениям 010600 «Прикладная математика и физика» (образовательная программа подготовки бакалавра) и 060101 «Лечебное дело» в РГМУ имени Н. И. Пирогова.

Запустили новый образовательный эксперимент уже в 2010 году, и первая группа студентов начала обучение в РГМУ имени Н. И. Пирогова в рамках специально созданной на Физтехе базовой кафедры «Инновационные биомедицинские технологии».

В 2013 году кафедра закрылась, и 6 студентов факультета биологической и медицинской физики МФТИ были переведены из Российского государственного медицинского университета имени Н. И. Пирогова в Первый Московский государственный медицинский университет имени И. М. Сеченова для продолжения медицинского образования.

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ЦЕНТР БИОКИБЕРНЕТИКИ

Еще в советское время кафедра физики живых систем стала частью международного научного сообщества. В 1988 году академик Польской академии наук Мачей Наленч совместно с ректором МФТИ Олегом Белоцерковским и заведующим кафедрой физики живых систем Валерием Шумаковым предложили создать в Варшаве Международный центр биокибернетики Польской академии наук — International Centre of Biocybernetics (ICB) Polish Academy of Sciences.

Тогда на это громкое событие в научном мире, помимо Польши и СССР в качестве инициаторов, обратили внимание еще 12 стран, в числе которых были США, Япония, Китай, Германия, Франция и другие. Представители всех заинтересованных в проекте национальных академий наук подписали соглашение тогда же, в 1988 году.

Международный центр биокибернетики объединил ученых разных стран мира в решении научных задач по биологической и медицинской кибернетике, физике, инженерии и информатике.

Первоначально представителями Академии наук СССР в Ученом совете центра были инициаторы его создания: Олег Белоцерковский и Валерий Шумаков. С 2008 года представителем Российской академии наук в ICB является заведующий кафедрой физики живых систем МФТИ, академик РАН Могели Хубутия.

В период с 1988 по 2020 год в Международном центре биокибернетики было проведено 166 международных семинаров, школ и конференций по различным направлениям: биомедицинские системы, биоизмерения, биомеханика, искусственные органы и биоматериалы, биомедицинская информатика и инженерия. В них приняли участие свыше 8 тысяч ученых и специалистов из 45 стран мира.

Вот ключевые из последних мероприятий, организованные кафедрой физики живых систем МФТИ:

2015 год. *Кафедра приняла активное участие в организации и проведении Международной конференции и выставки «Физтех-Мед 2015: Прошлое, настоящее и будущее». Конференция была посвящена ее 50-летию.*

2016 год, 4–8 сентября. *Организация и проведение первого в России международного симпозиума «Искусственные органы 2016» на Физтехе.*

Заведующий кафедрой физики живых систем Могели Хубутия и заместитель заведующего кафедрой Валерий Заико обсуждают программу Международной конференции и выставки «Физтех-Мед 2015: Прошлое, настоящее и будущее»

Результатом проведенного международного симпозиума «Искусственные органы 2016» стало включение кафедры физики живых систем МФТИ в список базовых кафедр Международного факультета искусственных органов. Однако это не единственный позитивный момент, привнесенный симпозиумом. Впечатлившись уровнем исследований в данной области, проводимых в России, Европейское общество по искусственным органам — European Society for Artificial Organs (ESAO) — приняло решение о проведении грядущего международного конгресса по искусственным органам в Москве. Событие должно состояться в 2021 году.

Автор статьи благодарит Валерия Михайловича Заико, заместителя заведующего кафедрой физики живых систем, за помощь в поиске архивных материалов, на которых основано содержание статьи, и подробный рассказ о развитии его родной кафедры. **ЗН**

Екатерина Жданова

Альтернативный ТЕСЛА

В конце августа на российский экран вышла картина Майкла Алмерейды «Тесла» с Итаном Хоуком в главной роли. Ее сценарий был написан еще в 1980-х, но фильм удалось снять только сейчас. Зато в 2020 году зрителей не удивляет привычка главного героя ходить в перчатках и протирать салфеткой все, к чему он собирается прикоснуться.

В наше время ученые-физики не так часто становятся главными героями новых кинокартин, так что мы не смогли обойти «Теслу» вниманием. Мы посмотрели фильм вместе с преподавателем кафедры общей физики МФТИ Станиславом Виноградовым. Вслед за авторами фильма, которые по ходу повествования то и дело задаются вопросом «а как все могло бы быть по-другому?», мы тоже прикинули несколько вариантов развития сюжета.

ФИНАНСОВАЯ ГРАМОТНОСТЬ

В «Тесле» герой Хоука разрывает контракт с фирмой Westinghouse, лишая себя в результате миллионных доходов от продажи электродвигателей. Голос за кадром с досадой отмечает, что разумный человек в таких делах посоветовался бы с адвокатом.

— А что если бы Тесла нашел себе хорошего антрепренера?

— Тогда физик мог бы стать миллионером. Ведь многие идеи Теслы не стали изобретениями и коммерческими продуктами только потому, что вовремя не получили инвестиций. Эти идеи на несколько лет были забыты,а потом их реализовали другие люди. Так случилось, например, с идеей радио. Поэтому правильный, как мы бы сейчас сказали, бизнес-ангел мог бы сделать Теслу одним из богатейших людей своего времени. Хотя для науки, скорее всего, это не имело бы существенного значения.

Но, несмотря на собственный финансовый провал, Тесла с Вестингаузом все-таки выиграл «войну токов» — конкуренцию технологий передачи энергии с помощью переменного и постоянного токов. Если бы у Теслы не получилось доказать преимущество переменного тока, это сделал бы кто-то другой — ну, может, чуть попозже. Ведь переменный ток более безопасен при равных напря-

Тесла рвет контракт с Westinghouse (здесь и далее — кадр из фильма)

жениях по сравнению с постоянным, и рано или поздно это стало бы очевидным.

А еще авторы фильма фантазируют, каким могло бы быть примирение враждовавших между собой Эдисона и Теслы. Изобретатели встречаются в баре, Эдисон признает свою неправоту и предлагает Тесле продолжить совместную работу.

Тесла радуется извинениям Эдисона

— А если бы Тесла и Эдисон тогда действительно помирились и стали работать вместе?

— Когда образуется научный коллектив из очень сильных сотрудников, то возникает, естественно, синергия. Они подпитывают друг друга идеями, вместе развивают их. Но вот что именно бы получилось в точности, я предположить не возьмусь.

Согласно фильму, в какой-то момент Тесла увлекается «приручением молнии», и из-за этого не успевает реализовать свою идею беспроводной передачи сигнала. Его опережает Маркони.

— Можно ли утверждать, что именно Тесла первый изобрел радио?

— Возьмите практически любое научное открытие, которое нам сегодня известно под чьим-то именем. Например, то же радио. Американцы знают его под именем Маркони, мы — под именем Попова. Но радио — это же не что иное, как электромагнитные волны Герца! Много важного в этой области сделал и Максвелл, и другие ученые. Мы видим, что сразу много людей приходит к этому открытию примерно в одно время. Кто-то что-то замечает, но откладывает, посчитав неинтересным. Кто-то видит это же интересным, но у него не хватает сил и возможностей свои разработки продвинуть. Идеи рождаются у отдельных людей, но развиваются и дают плоды они в научной среде, в коллективе. Не родилась бы идея у этого конкретного человека — она бы через год или через месяц или через пять лет, но родилась бы обязательно у другого.

→

Герой Хоука возмущен тем, что коварный Маркони использовал 17 его патентов

КПД ГЕНИАЛЬНОСТИ

Рассказчица в фильме оценивает успешность жизни Теслы по количеству упоминаний в интернете. Гугл выдает немало результатов, но все они связаны всего лишь с четырьмя основными разработками ученого. Гениальный физик сделал в жизни гораздо меньше, чем мог бы. Дальше по сценарию он углубляется в попытки приручить молнию и принять сигналы от внеземных цивилизаций.

— А если бы Тесла посвятил эти годы своей жизни подлинной науке?

— К сожалению, в любой научно-изобретательской работе на одно удачное изобретение, на одну удачную идею приходятся десятки бесплодных. Тех, которые не подтвердились, оказались нереализуемыми или просто ошибочными. У Эдисона было то же самое. Просто у Эдисона количество изобретений совершенно колоссальное, измеряется тысячами. Но мы знаем только самые удачные. Остальные забыты. Для любого ученого в любой научной области это именно так, к сожалению: КПД генерации идей очень небольшой. Поэтому, если не молнии и сигналы с Марса, так что-то другое абсолютно нереализуемое вполне могло бы занять годы жизни Теслы.

Энн Трейси Морган гуглит изобретения Теслы

Первая беспроводная телекоммуникационная башня, созданная Николой Теслой

БОЛЬШЕ НАУКИ

— Если бы в фильме уделили больше внимания физике, он бы стал от этого лучше?

— Честно говоря, фильм в целом довольно скучный и сделан людьми, которые плохо понимают то, о чем они снимают. Видно, как они тужатся в попытках сделать «странный» фильм. Как говаривал Александр Абдулов, «если не знаешь, как играть, играй странно». Вот, по-моему, авторы «Теслы» ровно этой заповеди следовали, когда не понимали, как и что снимать.

Что касается физики, создателям фильма было и вовсе не до нее. Пожалуй, единственный красивый физический момент, который мне понравился, — это сцена опыта с молниями и большими трансформаторами, катушками «Тесла». Мы видим очень зрелищный высокочастотный разряд. У ассистента ученого между пальцев проскакивает искра. Ему совсем не больно. Действительно, при высокочастотном разряде такое возможно: внешне выглядит страшно, но на самом деле — никакой опасности.

Высокочастотный разряд, возникший на пальцах лаборанта во время экспериментов с трансформаторами

Тесла — суперзвезда физики XX века

ВЕЛИКИЙ И НЕДОСЯГАЕМЫЙ

Рассказчица подводит итог жизни изобретателя: «Возможно, Тесла пообещал больше, чем мог сделать». Между тем, современники-биографы называли Николу Теслу «человеком, который изобрел XX век». В мировую историю науки он вошел как выдающийся ученый, опередивший свое время. Его изобретения легли в основу современного энергоснабжения. Он открыл принципы робототехники и двигателей на солнечной энергии. Его считают создателем компрессора, промышленного вентилятора, водяного насоса, электросчетчика, частотомера, рентгеновского аппарата, автомобильного спидометра, люминесцентных ламп, электрических часов, приборов электротерапии. Он усовершенствовал паровые турбины, занимался разработкой локомотива, летательного аппарата, автомобиля на электрическом двигателе. Именем Теслы названы единица измерения магнитной индукции в системе СИ и первый спортивный электромобиль.

Обо всем этом не стоит забывать, когда в кино показывают чудаковатого профессора со странными проблемами и замысловатыми отношениями. **зн**

Заметки, объявления, лайфхаки

физтехи шутят

Знакомства

Молодой конденсатор без вредных утечек ищет привлекательную катушку индуктивности для создания совместного колебательного контура. Низкие частоты не предлагать.

Услуги

Белый математик Ольга.
Снимет степень, избавит от корня и отведет иррациональность.
Наведет логарифм на недоброжелателя.

Вакансии

В институт Луи Де Бройля требуются волны. Возможна частичная занятость.

Объявление

Собрание клуба анонимных прокрастинаторов переносится на завтра.

Объявление

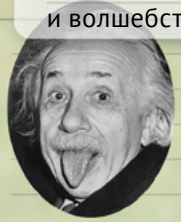
Секрет квантовой телепортации очень прост. Но секрет есть секрет.

Объявление

Примитивное мышление — это короч ваще что-то с чем-то.

Внимание

Просто не учи физику в школе, и вся твоя жизнь будет наполнена чудесами и волшебством.



Недавно из института анекдотов про Эйнштейна уволился директор. И этим директором был...

Внимание

Главное правило математики: если решается легко, значит, ты решаешь неправильно.

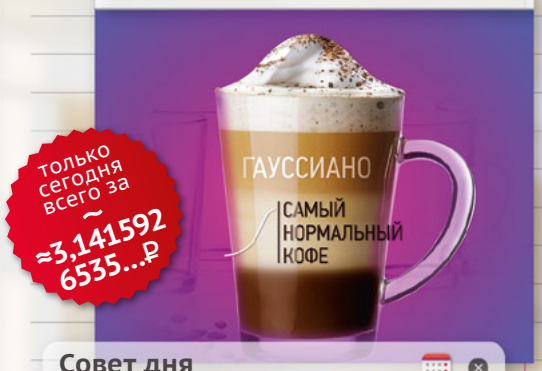
Внимание

Пять лет работаю помощником гипнотизера. Не по своей воле.

Реклама

Гауссиано — единственный нормальный кофе.

Купить



Совет дня

Бери от жизни все, что по акции.

Внимание

Однажды ты откроешь новый закон, совершишь фундаментальное открытие или просто напишешь толковую методичку, наверное, ну как пойдет в общем.

Внимание

Секрет успеха в жизни связан с честностью и порядочностью. Если у вас нет этих качеств — успех гарантирован.

Ферма

Быстрый тест на то, колхозник ты или математик.

Внимание

Свои объявления можно присылать на почту zn@phystech.edu. Каждому приславшему — журнал в подарок. Лучшие объявления будут размещены в следующем номере журнала.

63-я Всероссийская научная конференция МФТИ

23–29 ноября

Участники: студенты, аспиранты, преподаватели и ученые из России и ближнего и дальнего зарубежья.

ПОДАЧА ЗАЯВОК — ДО 20 ОКТЯБРЯ

Научные направления:

- радиотехника и компьютерные технологии;
- фундаментальная и прикладная физика;
- аэрокосмические технологии;
- электроника, фотоника и молекулярная физика;
- прикладная математика и информатика;
- биологическая и медицинская физика;
- нано-, био-, информационные, когнитивные; и социогуманитарные науки и технологии;
- гуманитарные науки и педагогика;
- технологическое предпринимательство.

Все работы, прошедшие через рецензирование, будут опубликованы в сборнике трудов конференции. Лучшие доклады войдут в сборник «Труды МФТИ», включенный в перечень ВАК и индексируемый РИНЦ.

Контакты:
+7 (498) 744-65-52
conf@mipt.ru

МФТИ

Человек
при помощи науки
в состоянии исправить
несовершенство
своей природы.

И. И. Мечников