

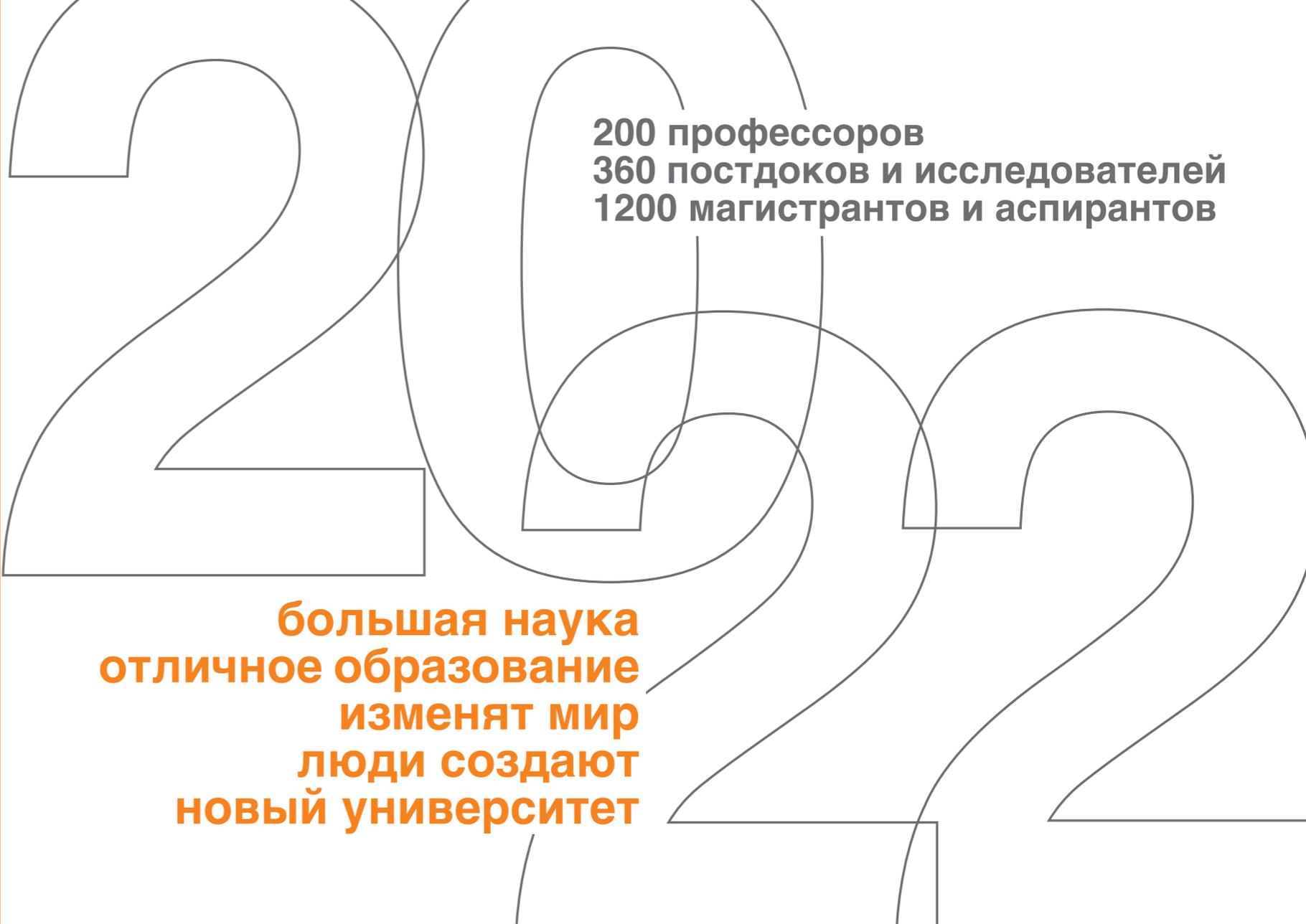
5 шагов в будущее

Сколковский институт науки и технологий



СПЕЦИАЛЬНЫЙ АЛЬМАНАХ,
ПОСВЯЩЕННЫЙ ПЯТИЛЕТНЕМУ ЮБИЛЕЮ
СКОЛКОВСКОГО ИНСТИТУТА НАУКИ
И ТЕХНОЛОГИЙ (СКОЛТЕХ)
2017

#БОЛЬШАЯНАУКА #ЛАБОРАТОРИИ #КОСМИЧЕСКИЕСИСТЕМЫ #БИОТЕХНОЛОГИЯ #КОГНИТИВНЫЕНАУКИ #НАУЧНЫЙРЕЗУЛЬТАТ
#ОТЛИЧНОЕОБРАЗОВАНИЕ #МУЛЬТИДИСЦИПЛИНАРНОСТЬ #БИОИНФОРМАТИКА #МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ #НЕФТЬ&ГАЗ #НАУКИОДАННЫХ
#ИЗМЕНЯТМИР #ФОТНИКА #ДРОНЫ #КВАНТОВЫЕМАТЕРИАЛЫ #ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕСИСТЕМЫ #РЕДАКТИРОВАНИЕДНК
#ЛЮДИСОЗДАЮТ#НАНОТЕХНОЛОГИИ #ФОРУМЫ #НАУКОЕМКИЙБИЗНЕС #ИННОВАЦИИ #НОВЫЕМАТЕРИАЛЫ #СТАРТАПЫ #РОБОТЫ
#НОВЫЙУНИВЕРСИТЕТ #ЛУЧШИЙКАМПУС #ЭКОСИСТЕМАСКОЛКОВО #ЛЮДИБУДУЩЕГО #НАУКУВТЕХНОЛОГИИ #СКОЛТЕХ



**200 профессоров
360 постдоков и исследователей
1200 магистрантов и аспирантов**

**большая наука
отличное образование
изменяют мир
люди создают
новый университет**

ДОРОГИЕ ДРУЗЬЯ!

«Сколтех — молодой университет, но уже сегодня он является важным элементом российской образовательной системы, поскольку реализует новую модель образования. Важная задача института — преобразование полученных научных разработок в конкретные технологические решения.

За пять лет Сколтех превратился в серьезный современный вуз, здесь учатся открытые и предприимчивые студенты со всего мира, которые регулярно занимают первые места в престиж-

ных международных конкурсах. Многие из них уже запустили собственные стартапы.

Параллельно в Сколково формируется университетский хаб, построенный на партнерстве ведущих образовательных организаций — Сколтеха, Московской бизнес-школы СКОЛКОВО и Российской экономической школы. Сотрудничество развивается по трем направлениям — наука и технологии, менеджмент, экономика. Уверен, что взаимодействие трех вузов принесет результаты не только студентам и профессорам университетов, но и российской экономике в целом. Сколковский хаб — это интеллектуальное ядро, модель для тиражирования, пространство, где рождаются и развиваются новые идеи и проекты.

Совсем скоро университет переедет в прекрасный новый кампус. Это, безусловно, откроет новые возможности для исследований и реализации инновационных идей. Поздравляю вас с первым юбилеем!»

**АРКАДИЙ ДВОРКОВИЧ,
ПРЕДСЕДАТЕЛЬ ПОПЕЧИТЕЛЬСКОГО
СОВЕТА СКОЛКОВСКОГО ИНСТИТУТА
НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ, ЗАМЕСТИТЕЛЬ
ПРЕДСЕДАТЕЛЯ ПРАВИТЕЛЬСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

«Когда я рассказываю непосвященным о том, что такое Сколково, то, перечисляя элементы экосистемы, всегда называю первым Сколковский институт науки и технологий. Я делаю это сознательно, потому что твердо убежден: Сколтех — это краеугольный камень нашего проекта, та составная его часть, которая играет особую роль в формировании среды, благоприятствующей инновациям.

Сколтех — это, во-первых, молодые люди, талантливые, знающие, дерзкие. Почти все они вовлечены в практическую инновационную деятельность, а многие уже создали настоящие, «взрослые» стартапы, имеющие солидную выручку. Это значит, что разрабатываемые ими технологии доказали, что востребованы рынком. Во-вторых, Сколтех — это профессора и преподаватели, среди которых немало выдающихся, всемирно известных ученых. Около 60% профессорско-преподавательского состава — наши соотечественники, вернувшиеся на родину после работы в ведущих зарубежных научных и учебных учреждениях, и иностранные профессора. В-третьих, Сколтех — это прекрасно оборудованные и укомплектованные кадрами исследовательские центры и лаборатории, к слову сказать, созданные в партнерстве с крупными промышленными компаниями, такими как «Росатом», «Газпромнефть», «Россети», «Татнефть», «Вертолеты России» и др.

Обычно университеты нарабатывают опыт и обзаваются традициями десятилетиями, а то и веками. И тем не менее всего лишь за пять лет Сколтеху удалось вырваться в лидеры отечественного высшего образования. Это не голословное утверждение — для доказательства достаточно обратиться к объективным показателям, измеряющим рейтинг вузов. Так вот, на одного штатного сотрудника

Сколтеха приходится 4,4 публикации в изданиях, индексируемых международной базой Scopus, что сопоставимо с ведущими университетами мира. А один из самых авторитетных мировых научных журналов Nature в рейтинге исследовательской активности поставил Сколтех на третье место в России после Российской академии наук и Московского университета.

Я хотел бы пожелать коллективу Сколковского института науки и технологий не менее впечатляющего продолжения и еще более головокружительных

успехов к новым юбилеям. Ваши исследования и открытия, ваши выпускники, обладающими всеми знаниями и навыками, необходимыми для создания цифровой экономики будущего, нужны нашей стране, нужны всему человечеству».

**ВИКТОР ВЕКСЕЛЬБЕРГ,
ПРЕЗИДЕНТ ФОНДА «СКОЛКОВО»**



НАД НОМЕРОМ РАБОТАЛИ:

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР
АЛЕКСАНДР ЗОЛОТАРЕВ

ПРОДЮСЕР
ИНЕССА ГРИГАЛЮНЕНЕ

АРТ-ДИРЕКТОР
ЕКАТЕРИНА ХОЛМОГОРОВА

ОТВЕТСТВЕННЫЙ СЕКРЕТАРЬ
ЕЛЕНА БАРИНОВА

РЕДАКТОР
КСЕНИЯ НАУМОВА

СПЕЦИАЛЬНЫЙ КОРРЕСПОНДЕНТ
ИНГРИД БЕРК

ШТАТНЫЙ ФОТОГРАФ
ВИТАЛИЙ ШУСТИКОВ

КОРРЕКТОР
ГАЛИНА ДАНИЛОВА

ФОТОГРАФИИ
ЕЛИЗАВЕТА АЗАРОВА
ЕВГЕНИЙ ПЕЛЕВИН
ПАВЕЛ САМОХВАЛОВ
МАКСИМ СТУЛОВ/ВЕДОМОСТИ
ЕВГЕНИЙ ЦЫКУНОВ
ЕВГЕНИЙ ГУРКО
ВИКТОР ФЕДОРЧУК

ИЛЛЮСТРАЦИИ
АЛЕКСАНДРА КУЗНЕЦОВА
МАРИНА МАЛЫШЕВА
ЮЛИЯ БЛЮХЕР
АЛЕКСАНДРА СЛОВИК

ИНТЕРВЬЮ
АЛИНА ЧЕРНОВА
АЛЕКСАНДР МУРАХОВСКИЙ
ВАЛЕРИЙ СОБОЛЕВ
ДИАНА РОЩИНА
ПОЛИНА ИВАКИНА

ПЕРЕВОД
НАТАЛИЯ МАКСИМОВА
ГРЕЙС КАДДИХИ
ГАРРИСОН ГРЕЙДИ
ФРЭНСИС РЭНСОМ

© Сколковский институт
науки и технологий (Сколтех)
143026, Москва, ул. Нобеля, 3
Тел. +7 (495) 280 14 81

www.skoltech.ru

Тираж 500 экз.

СОДЕРЖАНИЕ

СТРАТЕГИЯ

ПРОШЛОЕ, НАСТОЯЩЕЕ И БУДУЩЕЕ СКОЛТЕХА
СТР. 6

СКОЛТЕХ+

Лица. Комментарии. Проекты. Сотрудничество. Команда
СТР. 12

1 БОЛЬШАЯ НАУКА

Лаборатории. Исследования. Научный результат
СТР. 16

2 ОТЛИЧНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

Прямая речь. Образовательные программы. Интервью. Репортажи
СТР. 58

3 ИЗМЕНЯТ МИР

Истории успеха. Науку в технологии. Стартапы. Конференции. Проекты
СТР. 158

4 ЛЮДИ СОЗДАЮТ

Люди. Мнения. Крупный план
СТР. 214

5 НОВЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Новый кампус. Новое пространство. Новейшая история
СТР. 250



СТРАТЕГИЯ

Прошлое, настоящее и будущее СКОЛТЕХА

–АЛЕКСАНДР КУЛШОВ–

Сколковский институт науки и технологий как одна из важнейших частей всего Сколковского проекта юридически был создан шесть лет назад, пять лет назад, в 2012 году, состоялся первый набор студентов, но в силу естественных причин институт смог полноценно начать работать только к середине 2015 года. К этому времени были решены многие бюрократические проблемы, получены нужные для нормальной организации образовательного и исследовательского процесса помещения, собрана «критическая масса» высококвалифицированного преподавательского состава, приобретено в минимальном объеме оборудование, необходимое для начала содержательной деятельности. И здесь я хотел бы выразить благодарность первому ректору Сколтеха — Эдварду Кроули, который сумел преодолеть на начальном этапе колоссальное количество профессиональных и бюрократических препятствий. Для этого были нужны и волевые, и профессиональные качества, которых у Эда оказалось в избытке.

Глобальная миссия Сколтеха — это воспитание научно-технологической элиты для России и мира, подготовка кадров и создание технологий, на основе которых наша страна сможет перейти к экономике нового типа, стать активным участником происходящей сейчас в мире цифровой революции.

Для этого было необходимо создать первый в России университет «третьего поколения», Университет

Главная задача Сколтеха — это поиск и воспитание лидеров нового поколения: талантливых, хорошо образованных, амбициозных и способных выходить за грани сегодняшней реальности

3.0. Что в этом нового, в чем отличие университетов третьего поколения от традиционных учебных заведений, на протяжении последних столетий успешно выполнявших свои функции массового и элитарного образования, проведения фундаментальных и прикладных исследований?

Качественное отличие университета третьего поколения от университета традиционного типа состоит в ориентации на органичное включение в исследовательскую и образовательную деятельность инновационной составляющей и подготовке мультидисциплинарных исследовательских коллективов. Иными словами, воспитание специалистов, не только способных вести исследования и разработки в сотрудничестве со специалистами из раз-

ных областей знания, но и видеть в результатах своей деятельности возможность ее коммерциализации и уметь доводить эти результаты до индустриального, рыночно востребованного продукта.

Кроме того, надо понимать, насколько ускорилась смена технологических укладов в последние десять-двадцать лет: профессиональные навыки, считавшиеся совершенно необходимыми всего лишь несколько лет назад, становятся ненужными на глазах. Лидирующую роль в мире начинают играть профессионалы с предпринимательскими талантами. Не буду называть всем известные имена людей, преобразующих мир на наших глазах, главное отличие которых от ме-

неджеров прошлых поколений состоит в том, что в них сочетаются профессиональные таланты и знания с лидерскими качествами, технологическим визионерством и безумной отвагой и волей, уверенностью в себе и решимостью реализовать свои идеи, сделав мир лучше.

Конечно, человечество не сильно изменилось за последние столетия, и такие люди существовали всегда, но сегодня в мире появилась среда, которая дала им возможность самореализоваться. И одна из главных задач нашей страны — попытаться создать такую среду и воспитать таких людей и в России.

Сколтех — это совершенно пионерская организация для нашей страны, а в недалеком будущем, я надеюсь, она станет одной из лидирующих научно-образовательных организаций и в мире. И у нас есть все основания для того, чтобы так думать: уже сейчас наша публикационная активность находится на уровне ведущих молодых мировых университетов мира, у нас ведутся прикладные исследования в области биотехнологии,



КОНФЕРЕНЦИЯ Skolkovo.AI

Ректор Сколтеха,
академик РАН
Александр Кулешов
открывает пленарную
сессию

С учетом приоритетов технологического развития и накопленного опыта в рамках третьего этапа развития института в 2018–2020 годах в Сколтехе формируются шесть приоритетных направлений: «Науки о данных и искусственный интеллект», «Науки о жизни и биомедицина», «Современные методы проектирования и перспективные материалы», «Энергоэффективность», «Квантовые технологии», «Перспективные исследования»



энергетики, науки о данных, квантовых технологий, которые должны закончиться прорывными результатами мирового уровня, и не только в чисто научном плане, но и привести к созданию новых продуктов, принципиально меняющих жизнь нашей страны и мира.

Поэтому главная задача Сколтеха — поиск и воспитание лидеров нового поколения, талантливых, хорошо образованных, амбициозных и способных выходить за грани сегодняшней реальности, уверенных в себе визионеров и фантазеров, которые, я уверен, и определяют наше будущее.

Одной из важнейших целей Сколтеха в близком будущем будет уменьшение нашей зависимости от бюджетной поддержки государства. Цель, на наш взгляд, совершенно достижимая, мы уже многого добились в этом направлении.

Но не все, конечно, так гладко, как нам бы хотелось. Одна из основных проблем, с существованием которой мы не можем и не будем мириться, — это утечка мозгов.

Конечно, наука интернациональна, и мы только приветствуем стажировки, студенческие и аспирантские обмены, поездки на конференции, потому что только так сегодня можно воспитать лидеров мирового уровня, в которых остро нуждается наша страна. Но все же

Сколтех — это совершенно пионерская организация для нашей страны, а в недалеком будущем, я надеюсь, она станет одной из лидирующих научно-образовательных организаций и в мире

необходимо понимать, что наша цель — это воспитание научно-технологической элиты *нашей* страны, а то, что большинство выпускников Сколтеха востребованы в лучших зарубежных университетах и компаниях, мы уже хорошо знаем, но хотим, чтобы всю мощь своего интеллекта и полученного в Сколтехе образования они бы отдавали здесь и сейчас. И поэтому в рамках экосистемы «большого Сколково» («Сколково — это не территория, а идеология», как сказал Жорес Алфёров, лауреат Нобелевской премии, сопредседатель Сколковского научного совета) мы должны сделать все возможное, чтобы создать для наших выпускников атмосферу творчества, атмосферу жажды успеха, атмосферу профессионального взаимного понимания, без которых сегодня невозможны никакие технологические достижения.



АЛЕКСАНДР ЧЕРНОВ

СТАРШИЙ ВИЦЕ-ПРЕЗИДЕНТ ФОНДА «СКОЛКОВО»
ПО ВНЕШНИМ КОММУНИКАЦИЯМ

Сколтеху за короткое время удалось занять совершенно уникальное место в системе российских вузов. В нашей стране есть немало университетов, где студенты получают хорошее инженерное, экономическое образование.

Но на сегодняшний день, пожалуй, только Сколтех дает весь объем знаний и именно те навыки, которые нужны исследователям, разработчикам, инженерам, менеджерам, вовлеченным в технологическое предпринимательство. Это именно те кадры, которые жизненно необходимы России для инновационного развития, для создания цифровой экономики.

Элемент ЭКО- СИСТЕМЫ

СКОЛТЕХ+



РУПЕРТ ГЕРЦЕР

ПРОРЕКТОР, ДИРЕКТОР ЦЕНТРА ТРАНСЛЯЦИОННОЙ
БИОМЕДИЦИНЫ СКОЛТЕХА

В Москве в настоящее время создается Московский международный медицинский кластер, а также новый Биотехнический парк в Инновационном центре «Сколково». Сколтех активно поддерживает эти начинания и готов инициировать сотрудничество с новыми международными поставщиками медицинских услуг во всех соответствующих областях. Помимо этого институт расширяет деятельность в области системной биомедицины. В планах Сколтеха также совместные образовательные программы. Эта инициатива окажет серьезное влияние на будущие области деятельности Сколтеха.



АЛЕКСЕЙ СИТНИКОВ

ВИЦЕ-ПРЕЗИДЕНТ ПО КОММУНИКАЦИЯМ И РАЗВИТИЮ СООБЩЕСТВА

Сколтех является крайне важным элементом, интеллектуальным ядром экосистемы «Сколково». Профессора, исследователи и студенты принимают активное участие в ключевых мероприятиях инновационного центра — в ежегодном форуме «Открытые инновации», в летней конференции стартапов Startup Village, в джазовом фестивале Skolkovo Jazz. В следующем году Сколтех переедет в новый дом, возможно, самый современный в мире университетский кампус, построенный по проекту замечательного архитектурного бюро Herzog & de Meuron. Сегодня в «Сколково» активно развивается новая инициатива — Сколковский образовательный центр. Три вуза, находящиеся в непосредственной близости друг от друга, — Сколтех, бизнес-школа «Сколково» и Российская экономическая школа (РЭШ) — активно сотрудничают в образовательных и исследовательских программах. На благо российской экономики, на благо страны.

СКОЛТЕХ+

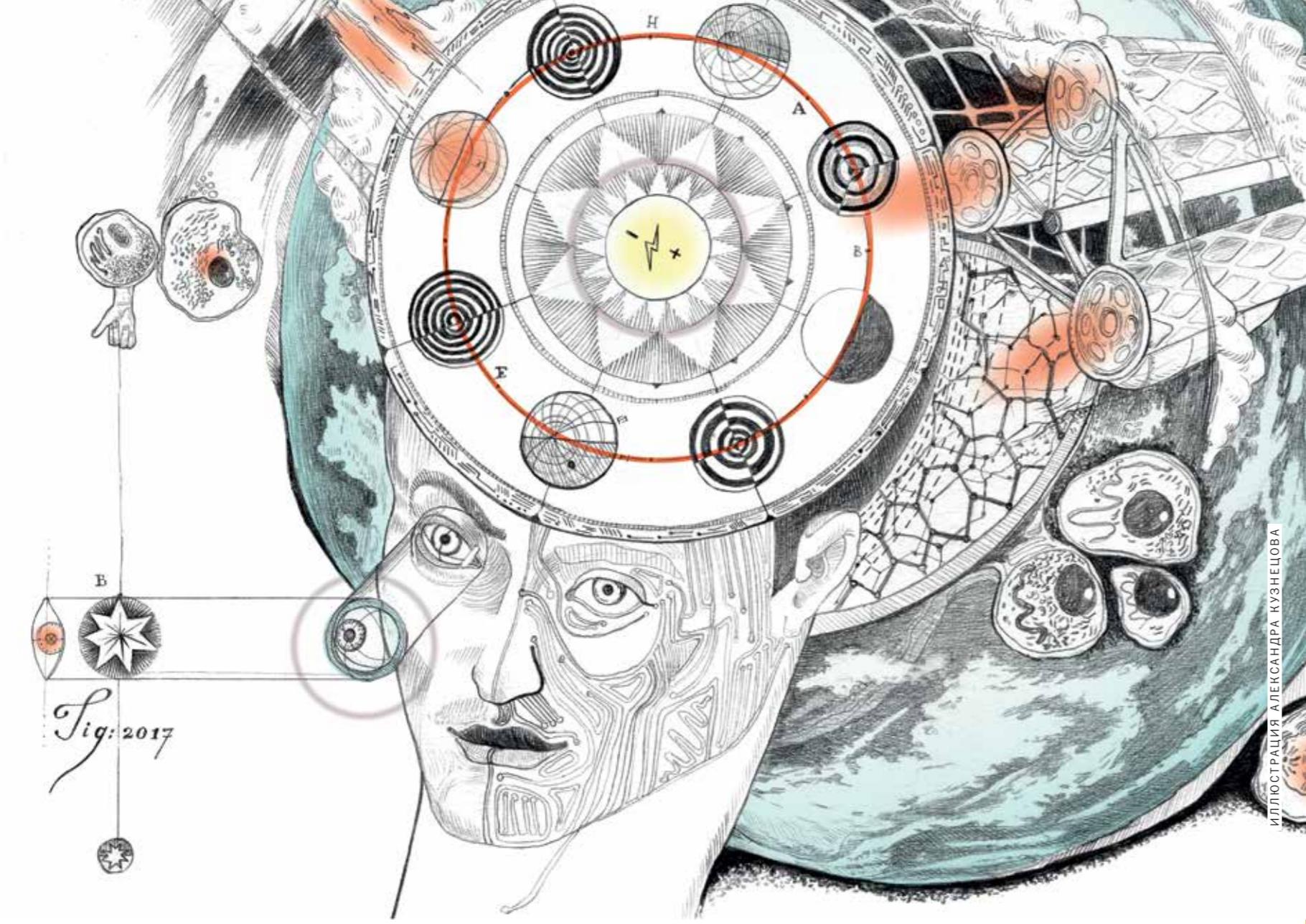


АЛЕКСАНДР САФОНОВ

ВИЦЕ-ПРЕЗИДЕНТ ПО РАЗВИТИЮ

Один из приоритетов Сколтеха — вовлечение юных талантов в мир большой науки и новейших технологий. Огромное внимание мы уделяем работе с одаренными школьниками. Уже сложилось сотрудничество с образовательным центром «Сириус» и со Сколковской гимназией, которая начала этот учебный год в новом красивом здании неподалеку от Сколтеха. Студенты, аспиранты и профессора института читают лекции, погружают учащихся в проектную работу. Кроме того, летом этого года Сколтех провел пилотную школу по физике, молекулярной биологии и биоинформатике для студентов младших курсов. В ней приняли участие несколько десятков блестящих ребят из разных городов России и зарубежья, а занятия вели профессора мировой величины, не только Сколтеха, но и наших партнеров: MIT, Weizmann Institute of Science, Stony Brook University и многих других. Мы обязательно продолжим эту работу.





#БОЛЬШАЯНАУКА
#ЛАБОРАТОРИИ
#ПУБЛИКАЦИИ
#ПЕРЕДОВЫЕИССЛЕДОВАНИЯ
#НАУЧНЫЙРЕЗУЛЬТАТ

большая наука

#1

20	НАУЧНЫЙ РЕЗУЛЬТАТ	НЕЙРОНАУКА Мозг человека отличается от мозга приматов сильнее, чем мы думали
21	НАУЧНЫЙ РЕЗУЛЬТАТ	КОГНИТИВНЫЕ НАУКИ Движения глаз выдают принимаемые нами решения
22	НАУЧНЫЙ РЕЗУЛЬТАТ	АЛЬТЕРНАТИВНАЯ ЭНЕРГЕТИКА Неорганические перовскитные батареи становятся эффективнее
23	НАУЧНЫЙ РЕЗУЛЬТАТ	ПРОТЕОМИКА В КОСМОСЕ Невесомость влияет на здоровье космонавтов на молекулярном уровне
24	НАУЧНЫЙ РЕЗУЛЬТАТ	ГЕОХИМИЯ Стабильные соединения железа в недрах Земли участвуют в образовании алмазов
25	НАУЧНЫЙ РЕЗУЛЬТАТ	БИОМЕДИЦИНА Ученые открыли новый механизм регенерации клеток печени
26	НАУЧНЫЙ РЕЗУЛЬТАТ	БИОТЕХНОЛОГИИ «Троянский конь» для борьбы с бактериальными заболеваниями
27	НАУЧНЫЙ РЕЗУЛЬТАТ	СИСТЕМЫ КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ Ученые из Сколтеха научились манипулировать взглядом человека на изображениях
28	НАУЧНЫЙ РЕЗУЛЬТАТ	ХИМИЯ Ученые предсказали существование двух стабильных соединений гелия

29	НАУЧНЫЙ РЕЗУЛЬТАТ	КВАНТОВАЯ ФИЗИКА, КОМПЬЮТЕРНЫЕ НАУКИ Квантовые компьютеры и искусственный интеллект: новый взгляд
32	ЛАБОРАТОРИИ	ЛАБОРАТОРИИ ЦЕНТРА ЭЛЕКТРО-ХИМИЧЕСКОГО ХРАНЕНИЯ ЭНЕРГИИ
34	ЛАБОРАТОРИИ	ЛАБОРАТОРИИ ЦЕНТРА ПРОЕКТИРОВАНИЯ, ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И МАТЕРИАЛОВ
38	ЛАБОРАТОРИИ	ЛАБОРАТОРИЯ ПАРАЛЛЕЛЬНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ
40	ЛАБОРАТОРИИ	ЛАБОРАТОРИЯ ГИБРИДНОЙ ФОТОНИКИ
44	ЛАБОРАТОРИИ	ЛАБОРАТОРИЯ ЦЕНТРА ДОБЫЧИ УГЛЕВОДОРОДОВ
46	ЛАБОРАТОРИИ	ЛАБОРАТОРИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ КОСМИЧЕСКОЙ РОБОТОТЕХНИКИ
48	ЛАБОРАТОРИИ	ЛАБОРАТОРИЯ МАСС-СПЕКТРОМЕТРИИ
52	ЛАБОРАТОРИИ	ЛАБОРАТОРИЯ ЦЕНТРА ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ
56	ЛАБОРАТОРИИ	ЛАБОРАТОРИЯ НАНОМАТЕРИАЛОВ



Международная группа ученых из России, Китая и Германии под руководством профессора Сколтеха Филиппа Хайтовича открыла уникальные особенности работы генов в разных слоях префронтальной коры головного мозга человека по сравнению с мозгом шимпанзе и макаки. Ученые пришли к выводу, что, несмотря на кажущееся сходство анатомии мозга человека и приматов, микроархитектура коры больших полушарий мозга человека в процессе эволюции претерпела стремительные и значительные изменения. Исследование когнитивных способностей человека — приоритетная задача медицины и нейробиологии. Но о том, как эволюция меняла функциональную организацию мозга человека, известно мало.

Каждый из шести слоев префронтальной коры осуществляет особые функции в обработке информации, распределяя клетки разного типа и организуя связи между ними. Ученые Сколтеха проанализировали РНК на срезах префронтальной области коры больших полушарий человека, шимпанзе и макаки. В результате было выявлено приблизительно 2320 генов — новых маркеров слоев коры головного мозга, уникаль-

ных для человека. Исследования показали, что 367 генов человека работают совсем в другом слое коры, нежели у шимпанзе. А у шимпанзе, по сравнению с макакой, подобных генов было обнаружено всего 133. При этом с момента эволюционного разделения линии макаки и шимпанзе прошло намного больше времени, чем с разделения шимпанзе и человека. Знания об уникальных особенностях работы генов в разных слоях префронтальной коры открывают возможности для разработки новых способов регуляции когнитивных функций человека, например, при развитии патологий мозга, а также при старении.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ОПУБЛИКОВАНЫ В НАУЧНОМ ЖУРНАЛЕ NATURE NEUROSCIENCE

МОЗГ ЧЕЛОВЕКА ОТЛИЧАЕТСЯ ОТ МОЗГА ПРИМАТОВ СИЛЬНЕЕ, ЧЕМ МЫ ДУМАЛИ

— Филипп Хайтович —
— Ольга Ефимова —

ИЛЛЮСТРАЦИЯ МАРИНА МАЛЫШЕВА

ИЛЛЮСТРАЦИЯ МАРИНА МАЛЫШЕВА

Ученые из Сколтеха, Томского государственного университета и Орегонского университета (США) применили мобильную систему трекинга глаз к исследованию процесса принятия решений. Ученые наблюдали за тем, как движения глаз связаны с принятием решений в экономических задачах с социальным контекстом. Известная задача теории игр, «Дилемма заключенного», подразумевает взаимодействие двух игроков. Два человека попадают на преступлении. Каждый оказывается перед выбором: выдать сообщника или промолчать. Если оба молчат, то оба получают минимальный срок — полгода, если свидетельствуют против друг друга, то получают по два года тюрьмы. А если один свидетельствует против другого, а второй молчит, то «предателя» освобождают, а промолчавшего сажают на 10 лет. Казалось бы, математически верно будет всегда предавать. Но люди по своей природе социальны, то есть склонны к кооперации. Ранее в совместных исследованиях Сколтеха и Физтеха было показано, что в группе незнакомых людей кооперативность в «Дилемме заключенного» низкая — около 20%. Но стоит участникам сформировать новые группы, как кооперация повышается. Ученым интересно понять механизмы, которые переводят индивидуальные стратегии в социальные и выявить физиологические изменения в состоянии испытуемых.

Во время игры движения глаз записывались с помощью системы Eye Tracking Glasses v.1.8. by SMI и сравнивались в соответствии с выбранной стратегией (молчать или предать), а также до и после социального взаимодействия. Выяснилось, что увеличение суммарного времени просмотра и времени фиксации взгляда присуще людям, выбирающим стратегию предательства. После социального взаимодействия поведение меняется: процесс принятия решений сопровождается увеличением частоты фиксаций и снижением их продолжительности, большей частотой согласованных движений глаз и их меньшей суммарной длиной.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ОПУБЛИКОВАНЫ В НАУЧНОМ ЖУРНАЛЕ PLOS ONE



ДВИЖЕНИЯ ГЛАЗ ВЫДАЮТ ПРИНИМАЕМЫЕ НАМИ РЕШЕНИЯ

— Татьяна Бабкина —

Ученые из Сколтеха, Института проблем химической физики РАН и МГУ продемонстрировали возможность создания высокоэффективных полностью неорганических перовскитных солнечных батарей. Изготовленные устройства показали высокие КПД преобразования света — 10,5%.

«Полученные результаты указывают на высокий потенциал неорганических комплексных галогенидов, что открывает принципиально новые возможности для дизайна новых фотоактивных материалов для эффективных и стабильных перовскитных солнечных батарей», — говорит Павел Трошин, профессор Центра по электрохимическому хранению энергии Сколтеха.

В настоящее время КПД преобразования света в солнечных батареях на основе органо-неорганических перовскитных материалов достигает 22%. Высокая эффективность и низкая себестоимость гибридных батарей позволяют считать их одной из наиболее перспективных технологий фотоэлектрических преобразователей. Однако органические компоненты, входящие в состав батарей, подвержены термическому и фотохимическому разложению.

Наиболее эффективным подходом к созданию стабильных перовскитных материалов представляется полная замена органических катионов на неорганические. Ранее неорганические батареи показывали эффективность преобразования света всего 2–3%, но с помощью этого исследования ее удалось существенно повысить.

«Мы убедительно продемонстрировали возможность создания высокоэффективных солнечных батарей с планарным гетеропереходом на основе пленок CsPbI₃, полученных путем термического соиспарения йодидов цезия и свинца», — говорит Павел Трошин.

РЕЗУЛЬТАТЫ ОПУБЛИКОВАНЫ В НАУЧНОМ ЖУРНАЛЕ
JOURNAL OF PHYSICAL CHEMISTRY LETTERS

НЕОРГАНИЧЕСКИЕ ПЕРОВСКИТНЫЕ СОЛНЕЧНЫЕ БАТАРЕИ СТАНОВЯТСЯ ЭФФЕКТИВНЕЕ

– Павел Трошин –

Ученые из России и Канады проанализировали влияние условий космического полета на белковый состав крови у 18 космонавтов, которые продолжительное время находились на МКС. Инициатором исследования стал профессор Сколтеха и МФТИ Евгений Николаев. Известно, что факторы космического полета оказывают воздействие на обмен веществ, работу мышц, дыхательную систему и многие другие функции организма, но молекулярные механизмы этих процессов не изучены. Ученые проанализировали концентрации 125 белков в плазме крови космонавтов, которые сдавали анализы за 30 дней до полета, сразу после возвращения на Землю и через 7 дней. Концентрации белков измерялись с помощью метода масс-спектрометрии. Были обнаружены белки, концентрации которых остаются неизменными, белки, концентрации которых меняются, но быстро возвращаются к обычному уровню, и белки, содержание которых в крови восстанавливается очень медленно. «Исследованные белки — набор биомаркеров, использующихся для выявления неинфекционных заболеваний. Результаты показали, что в условиях невесомости иммунная система ведет себя как при болезни; организм не понимает, что ему делать, и включает все возможные системы защиты», — рассказывает Евгений Николаев.

К изменениям, которым подвергается организм человека во время космического полета, нас не подготовила эволюция. Известно, есть ли у человека механизмы, позволяющие быстро приспособиваться к таким серьезным изменениям условий существования. Результаты, полученные в исследовании, показывают, что скорее всего таких механизмов нет, поэтому процессам адаптации подвергаются все ключевые типы клеток, органов и тканей.

РЕЗУЛЬТАТЫ ОПУБЛИКОВАНЫ В НАУЧНОМ ЖУРНАЛЕ
NATURE SCIENTIFIC REPORTS

НЕВЕСОМОСТЬ ВЛИЯЕТ НА ЗДОРОВЬЕ КОСМОНАВТОВ НА МОЛЕКУЛЯРНОМ УРОВНЕ

– Евгений Николаев –

ИЛЛЮСТРАЦИЯ МАРИНА МАЛЫШЕВА

ИЛЛЮСТРАЦИЯ МАРИНА МАЛЫШЕВА



СТАБИЛЬНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ ЖЕЛЕЗА В НЕДРАХ ЗЕМЛИ УЧАСТВУЮТ В ОБРАЗОВАНИИ АЛМАЗОВ

– Лейла Исмаилова –

Группа ученых, в состав которой вошли исследователи из России (Лейла Исмаилова, старший научный сотрудник Комплексного центра исследований в сфере добычи углеводородов Сколтеха), Франции, Германии, Италии и США открыли удивительные особенности поведения карбоната железа в условиях больших температур и очень высокого давления, которые наблюдаются в мантии Земли. Карбонаты встречаются в виде включений в глубинных алмазах, что доказывает их залегание на глубине более 700 км. Ученые продемонстрировали, что в таких экстремальных условиях структура карбоната реорганизовывается: углерод в составе карбонатов привлекает дополнительный атом углерода и принимает форму тетраэдра.

Давление в недрах Земли более миллиона атмосфер, а температура достигает 2200 °С. Большинство химических соединений не могут существовать при таких показателях. Чтобы имитировать эти экстремальные условия, ученые воссоздали высокие давление и температуру с помощью нагреваемых лазером алмазных наковален. Далее к образцам применили синхротронное рентгеновское излучение в Европейском ускорительном центре во Франции и в усовершенствованной установке синхротронного излу-

чения в США, что дало возможность проанализировать состав и структуру образцов.

Полученные результаты демонстрируют возможность существования совершенно иной сверхстойчивой кристаллической структуры, которая способна сохраняться как минимум до глубины 2500 км, что очень близко к границе мантии и ядра. Ученые заключили, что реакция самоокисления железа позволяет карбонатам сохраняться в недрах мантии до такой глубины, где они могут участвовать в образовании алмазов.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ОПУБЛИКОВАНЫ В
НАУЧНОМ ЖУРНАЛЕ NATURE COMMUNICATIONS

Ученые из Центра регенеративной медицины в Эдинбурге, MIT и Сколтеха впервые продемонстрировали роль холеангиоцитов — клеток внутрипеченочных желчных протоков в регенерации тканей печени. Полученные результаты полезны для регенеративной медицины и борьбы с заболеваниями печени.

Печень — один из немногих органов, способных к регенерации. В случае повреждения печени в результате травмы или хронического заболевания главные клетки печени — гепатоциты — способны регенерировать за счет деления неповрежденных гепатоцитов. Стимуляция регенерации печени — проблема, остро стоящая перед медициной. До сих пор не было известно, участвуют ли другие типы печеночных клеток в процессе образования новых гепатоцитов.

Международной группе ученых удалось на мышах симитировать повреждения печени, характерные для человека. При этом способность гепатоцитов к делению специально была снижена, чтобы оценить вклад других клеток печени в регенерацию. В результате было показано, что эпителиальные клетки желчных протоков — холеангиоциты — участвуют в регенерации гепатоцитов. Также ученые предполагают, что потенциал к регенерации у гепатоцитов, полученных из холеангиоцитов, может быть выше, чем у обычных гепатоцитов.

«В настоящее время в Шотландском центре регенеративной медицины под руководством профессора С. Форбса начинаются работы, направленные на выделение и трансплантацию аутологичных холеангиоцитов пациентам с циррозом печени», — рассказывает Юрий Котелевцев, профессор Сколтеха, замдиректора Центра Трансляционной Биомедицины Сколтеха.

РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ ОПУБЛИКОВАНЫ
В ЖУРНАЛЕ NATURE

УЧЕНЫЕ ОТКРЫЛИ НОВЫЙ МЕХАНИЗМ РЕГЕНЕРАЦИИ КЛЕТОК ПЕЧЕНИ

– Юрий Котелевцев –





«ТРОЯНСКИЙ КОНЬ» ДЛЯ БОРЬБЫ С БАКТЕРИАЛЬНЫМИ ЗАБОЛЕВАНИЯМИ

— Константин Северинов —

Ученые из Сколтеха и Института биологии гена РАН в соавторстве с коллегами из Бельгии, под руководством профессора Сколтеха Константина Северинова, открыли новый антибиотик, который, подобно Троянскому коню, проникает в бактериальные клетки в неактивном состоянии, а оказавшись внутри, приобретает токсичность и убивает их. Вещество, описанное учеными, было обнаружено в бактерии *Bacillus amyloliquefaciens*. Найденный антибиотик имеет ряд преимуществ по сравнению с уже изученными «троянскими конями».

«Изначально этот антибиотик был предсказан методами биоинформатики, — рассказывает директор Центра системной биомедицины и биотехнологии Сколтеха Константин Северинов. — Новое вещество действует по принципу «троянского коня», но его уникальная химическая структура позволяет блокировать рост клеток, выработавших устойчивость к микроцину. Данное исследование подчеркивает важность биоинформатического анализа последовательностей ДНК для поиска новых антимикробных веществ и дает предпосылки для создания новых лекарств в будущем». Развитие устойчивости к антибиотикам у бактерий — одна из самых острых проблем современного здравоохранения. Один из таких антибиотиков микроцин С, действующий по принципу «троянского коня». Он производится некоторыми штаммами бактерии кишечной палочки (*Escherichia coli*) для борьбы с другими бактериями. Внутри чувствительной

клетки-мишени микроцин С расщепляется, в результате чего образуется токсичное вещество, останавливающее синтез белка и блокирующее рост клетки. Описанный в данной работе новый антибиотик похож на микроцин С, но одна из главных его особенностей заключается в наличии специальных химических модификаций, которые затрудняют вероятность возникновения бактериальной устойчивости.

Работа, выполненная в лаборатории профессора Северинова, расширяет список антибиотиков, производимых бактериями, и открывает возможности дизайна новых антибиотиков.

РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ ОПУБЛИКОВАНЫ В ЖУРНАЛЕ АМЕРИКАНСКОГО ХИМИЧЕСКОГО ОБЩЕСТВА JACS



Ученые из Группы компьютерного зрения Сколтеха под руководством профессора Виктора Лемпицкого разработали алгоритм, позволяющий изменять направление взгляда человека на изображениях и видео, в т. ч. в режиме реального времени. Во время видеоконференций собеседники обычно смотрят на экран, но не в камеру, из-за чего теряется ощущение реального разговора. С похожей проблемой сталкиваются телевизионные дикторы, которым необходимо одновременно читать текст и смотреть на зрителей.

Система, созданная учеными из Сколтеха, использует для корректировки взгляда обыкновенную цифровую камеру и не требует никаких дополнительных устройств. В основе метода — использование глубоких нейронных сетей (deep learning), метода машинного обучения, позволившего за последние несколько лет добиться выдающихся результатов в таких сферах, как обработка текстовых данных, распознавание речи и компьютерное зрение.

«Сначала в кадре при помощи специального алгоритма локализуется область глаза. Эти данные вместе с углом, на который нужно скорректировать направление взгляда, поступают на вход глубокой нейросети, — объясняет автор исследования Ярослав Ганин. — Результат — т. н. «поле смещений», то есть деформация, которую нужно применить ко входному изображению, чтобы получить скорректированное. Отсюда и название метода — DeepWarp (глубокая деформация)».

DeepWarp — один из нескольких проектов, разработанных в группе Виктора Лемпицкого и посвященных синтезу изображений с помощью нейронных сетей. У этого направления большой практический потенциал. Так, манипуляция взглядом может быть востребована в фото- и киноиндустрии как средство постобработки.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ БЫЛИ ПРЕДСТАВЛЕНЫ В АМСТЕРДАМЕ НА 14Й ЕВРОПЕЙСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ ПО КОМПЬЮТЕРНОМУ ЗРЕНИЮ

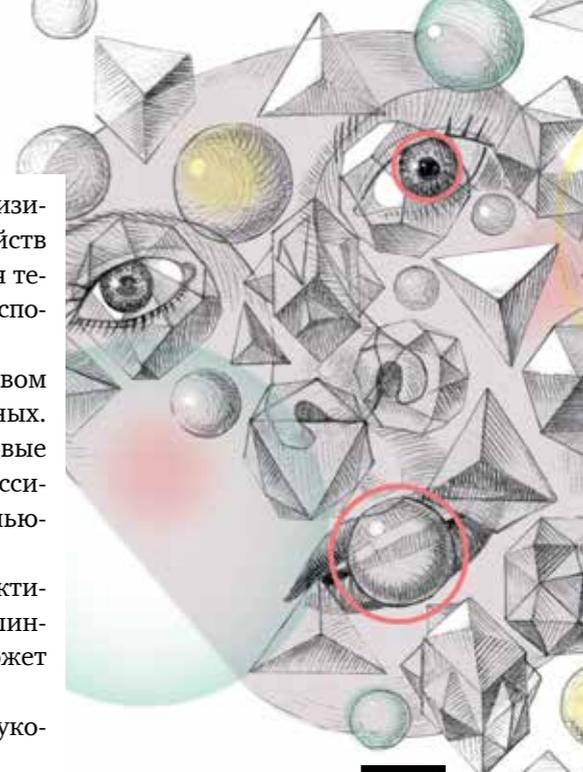
ИЛЛУСТРАЦИЯ АЛЕКСАНДРА СЛОВИК

ИЛЛУСТРАЦИЯ АЛЕКСАНДРА СЛОВИК

УЧЕНЫЕ ИЗ СКОЛТЕХА НАУЧИЛИСЬ МАНИПУЛИРОВАТЬ ВЗГЛЯДОМ ЧЕЛОВЕКА НА ИЗОБРАЖЕНИЯХ

— Виктор Лемпицкий, Ярослав Ганин —





Международный коллектив ученых под руководством профессора Сколтеха, профессора университета Стоуни-Брук и руководителя Лаборатории компьютерного дизайна материалов МФТИ Артема Оганова предсказал существование двух стабильных соединений гелия — Na_2He и Na_2HeO . Эта работа может иметь ключевое значение в понимании химии планетных недр или даже звезд. Гелий — самый инертный элемент во Вселенной: при нормальных условиях он не образует устойчивых соединений. Авторами работы был выполнен систематический поиск стабильных соединений гелия с помощью алгоритма USPEX. Предсказанное соединение Na_2He было успешно синтезировано в ячейке с алмазными наковальнями группой профессора Александра Гончарова из Геофизической лаборатории в Вашингтоне. Соединение появляется при давлении примерно в 1,1 млн атмосфер и остается стабильным до как минимум 10 млн атмосфер. Na_2He является ионным кристаллом особого типа — электридом. Из-за сильной локализации электронов Na_2He не проводит электрический ток. Другое соединение — Na_2HeO — оказалось стабильным в диапазоне давлений

от 0,15 до 1,1 миллиона атмосфер. Вещество также является ионным кристаллом и имеет схожее с Na_2He строение.

«Данное исследование демонстрирует, как совершенно неожиданные явления могут быть обнаружены с помощью современных теоретических и экспериментальных методов. Наша работа в очередной раз иллюстрирует, насколько мало на сегодняшний день мы знаем о влиянии экстремальных условий на химию, и роль таких явлений на процессы внутри планет еще предстоит объяснить», — говорит профессор Оганов.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ОПУБЛИКОВАНЫ В НАУЧНОМ ЖУРНАЛЕ NATURE CHEMISTRY

УЧЕНЫЕ ПРЕДСКАЗАЛИ СУЩЕСТВОВАНИЕ ДВУХ СТАБИЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ГЕЛИЯ

— Артем Оганов —

ИЛЛЮСТРАЦИЯ АЛЕКСАНДРА КУЗНЕЦОВА

ИЛЛЮСТРАЦИЯ АЛЕКСАНДРА КУЗНЕЦОВА

Информация — не совсем виртуальный объект, она должна храниться на физическом носителе. То есть пределы способности информационных устройств к обучению регулируются законами физики. Самая известная физическая теория — это квантовая теория, и при определении абсолютных пределов способностей компьютера к обучению нужно обращаться именно к ней.

Квантовый алгоритм — это многоступенчатая процедура, выполняемая на квантовом компьютере для решения той или иной проблемы, например, поиска в базе данных. Программное обеспечение для квантового машинного обучения использует квантовые алгоритмы для обработки информации, и делает это способом, недоступным для классического компьютера. Эффект, которого удастся достичь с помощью квантовых компьютеров, называется квантовым ускорением машинного обучения.

Машинное обучение широко используется в биотехнологиях, фармацевтике, практической физике и многих других областях, но с некоторыми сложными задачами машинное обучение пока справиться не может. Ожидается, что квантовое ускорение поможет решать такие задачи, от оптимизации до обучения нейронных сетей.

В статье, опубликованной в журнале Nature, международная группа ученых под руководством сотрудника Сколтеха Якоба Биамонте (Jacob Biamonte) рассказывает, какие шаги надо предпринять, чтобы квантовое ускорение машинного обучения стало возможным на практике.

Так, многие ученые полагают, что одной из основных задач квантового компьютера будет моделирование процессов химической физики для фармацевтической промышленности с целью открытия новых лекарств.

«Наша команда дискутировала по скайпу до поздней ночи, к какой области науки отнести наше исследование. В конечном итоге мы написали три версии статьи, не имеющие между собой ничего общего, кроме названия», — рассказывает Якоб Биамонте.

РЕЗУЛЬТАТЫ ОПУБЛИКОВАНЫ В НАУЧНОМ ЖУРНАЛЕ NATURE

КВАНТОВЫЙ КОМПЬЮТЕР И ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ: НОВЫЙ ВЗГЛЯД

— Якоб Биамонте —

Л

Сердце
Сколтех —

а

БЫ

лаборатории, оснащенные первоклассным
оборудованием. Именно здесь ведутся
передовые научные исследования

ЛАБОРАТОРИИ

ЦЕНТР ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОГО ХРАНЕНИЯ ЭНЕРГИИ

Лаборатории Центра электрохимического хранения энергии

В Центре электрохимического хранения энергии Сколтеха (CEES) ведутся исследования по нескольким направлениям, нацеленные на создание инновационной продукции: разработка эффективных технологий преобразования солнечной энергии с использованием концептуально новых органических и перовскитных фотоэлектрических преобразователей; проектирование инновационных органических материалов и крупномасштабных систем запасания энергии на основе концепции redox flow, в частности, для нужд солнечных и ветряных электростанций; разработка нового поколения металл-ионных аккумуляторов (литиевых, натриевых, калиевых, магниевых) с рекордными емкостными характеристиками и длительным сроком службы. В работе над всеми проектами активно участвуют студенты и аспиранты Сколтеха.

ЦЕНТР ПРОЕКТИРОВАНИЯ, ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ
ТЕХНОЛОГИЙ И МАТЕРИАЛОВ

Лаборатории Центра проектирования, производственных технологий и материалов

Исследования Центра проектирования, производственных технологий и материалов направлены на разработку и внедрение новых концепций проектирования и производства, создание новых, легких, прочных, надежных материалов и конструкций с увеличенным жизненным циклом. В числе ключевых направлений деятельности Центра и его лабораторий: информационные технологии в производстве; инновационные технологии, включая композиционные материалы, аддитивное производство и технологии напыления; вычислительные технологии для научных и инженерных приложений; микро- и наномеханика.



ЛАБОРАТОРИИ





ЛАБОРАТОРИИ

КОСМИЧЕСКИЙ ЦЕНТР

Лаборатория параллельного проектирования

Лаборатория работает по трем основным направлениям: обучение, исследования и инновационная деятельность. В лаборатории проводятся исследования новейших методов освоения космоса и дистанционного зондирования Земли с помощью различных платформ, включая беспилотные летательные аппараты. Деятельность лаборатории направлена на внедрение разработок, как с помощью государственных предприятий, так и стартапов. На базе ЛКТ реализуются образовательные программы магистратуры и аспирантуры в области технологий для исследования Земли и космоса. Основным принципом обучения является проектно-ориентированный подход. Студенты активно вовлечены в создание малых спутников, начиная от разработки миссий и до летных испытаний на базе технологий CubeSat.



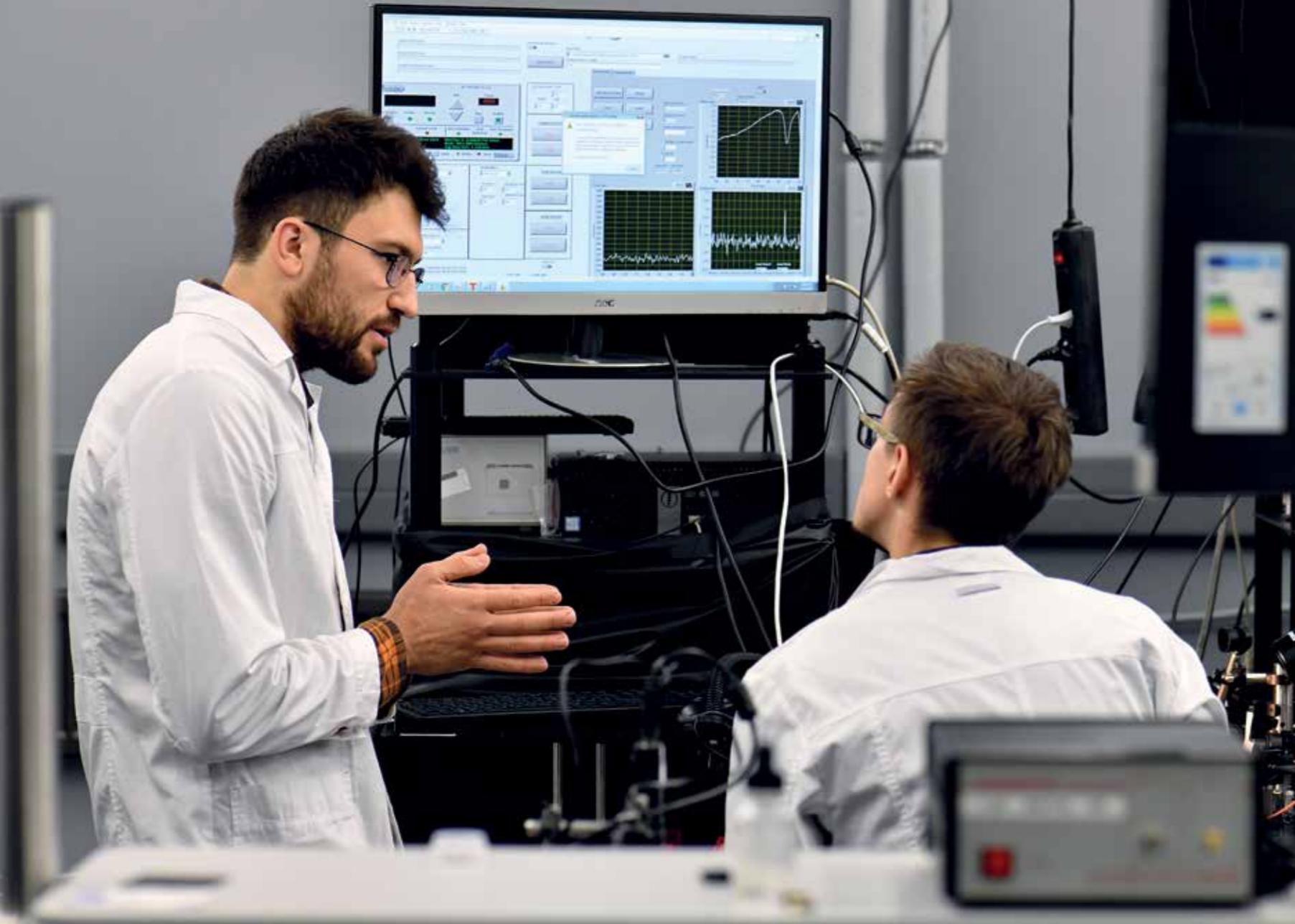
- Using NASA standards
- Need certain skillsets
- Prefer demographic balance
- There is no “perfect astronaut.”
- Something will always cause conflict.

ЛАБОРАТОРИИ

Skoltech

Лаборатория гибридной фотоники

Гибридная фотоника — новая развивающаяся область исследований на стыке традиционной оптоэлектроники и квантовых технологий, охватывающая широкий спектр областей, от фундаментальных до прикладных. В лаборатории гибридной фотоники Сколтеха мы стремимся сократить разрыв между фундаментальными исследованиями новых гибридных структур и явлений и инновационными способами их применения, которые могут оказать широкое влияние на общество. Одна из наших основных целей — создание аналогового квантового симулятора, который мог бы решать практические задачи, связанные с оптимизацией, быстрее, чем классические компьютеры.



ЦЕНТР ДОБЫЧИ УГЛЕВОДОРОДОВ

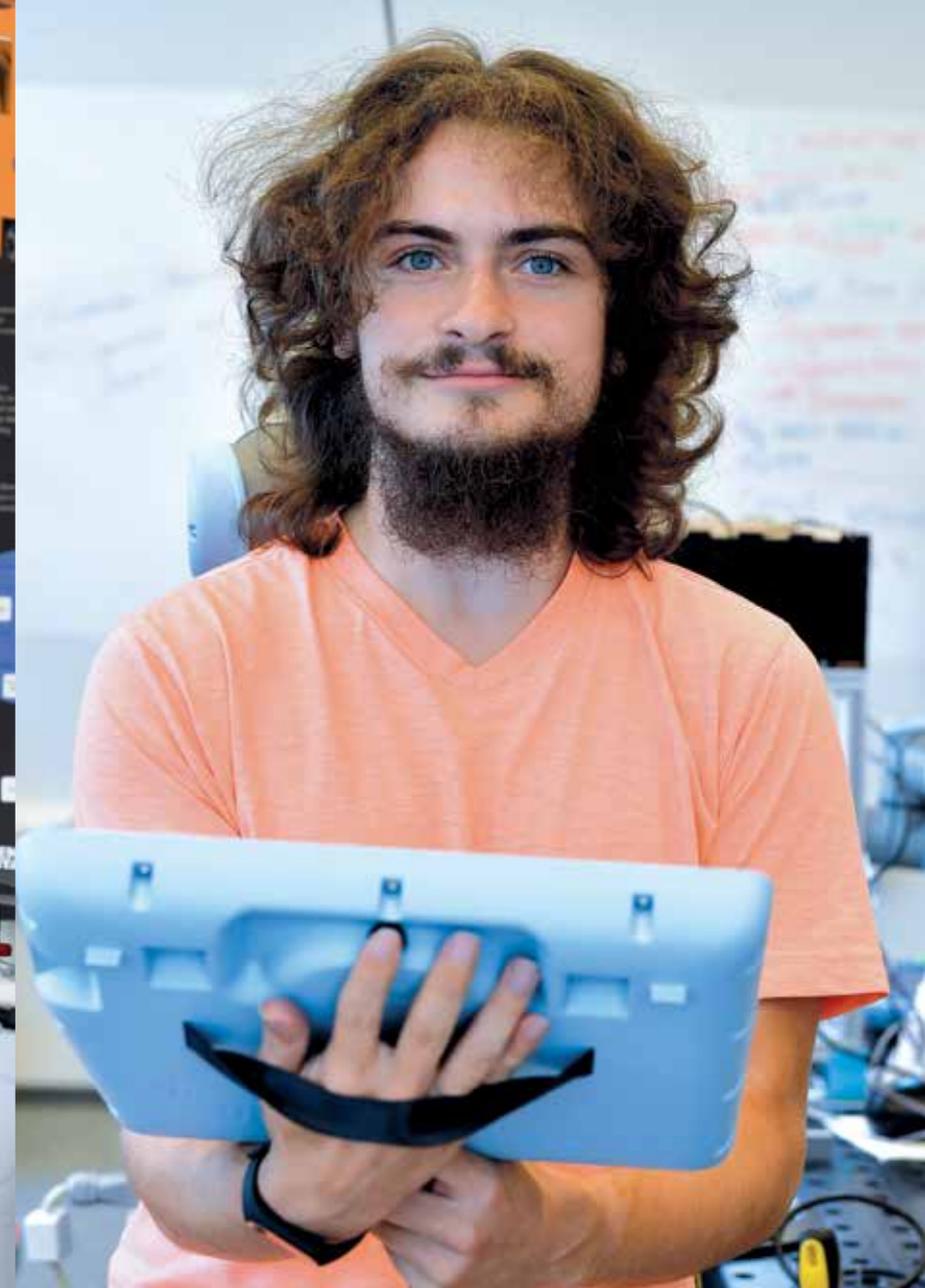
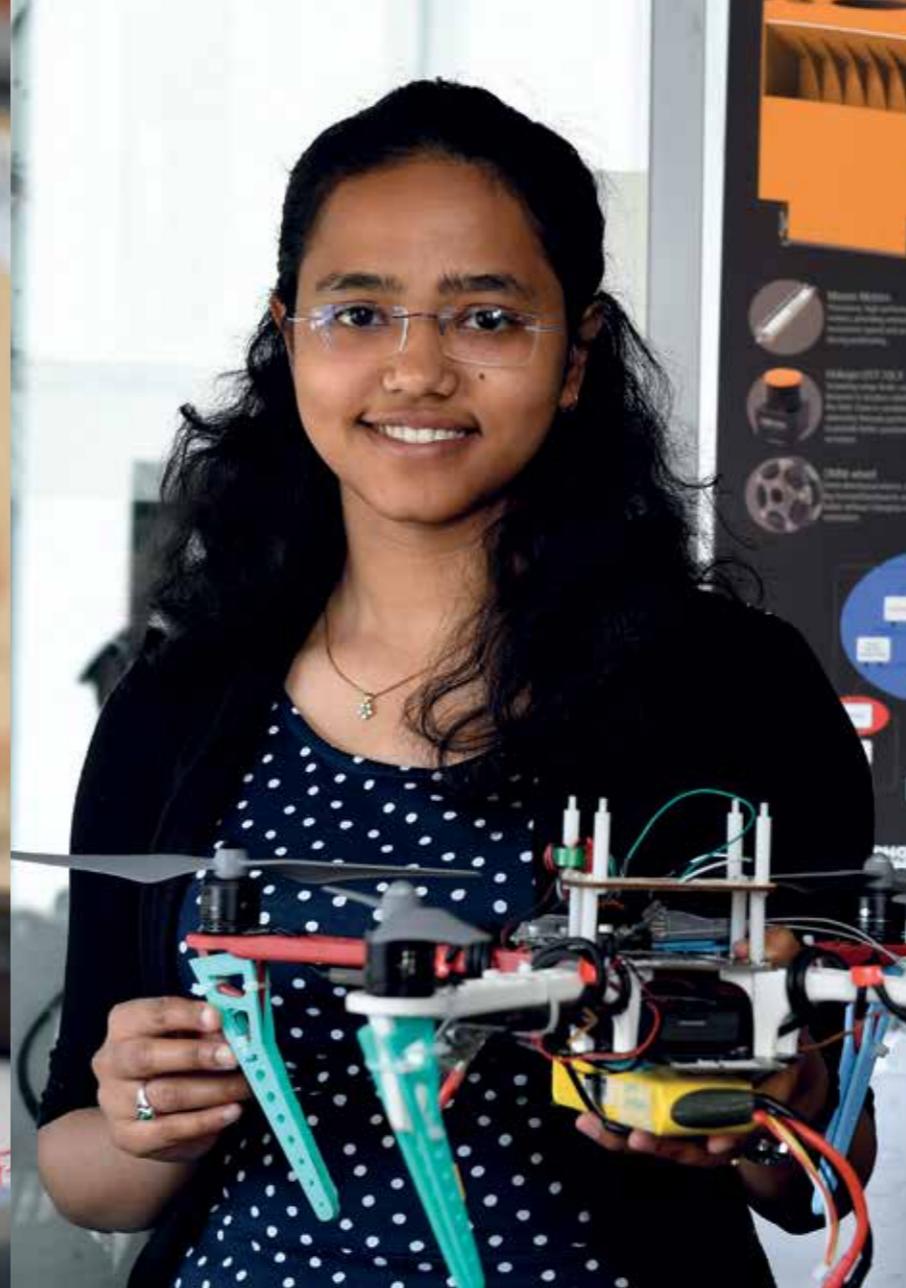
Лаборатория Центра добычи углеводородов

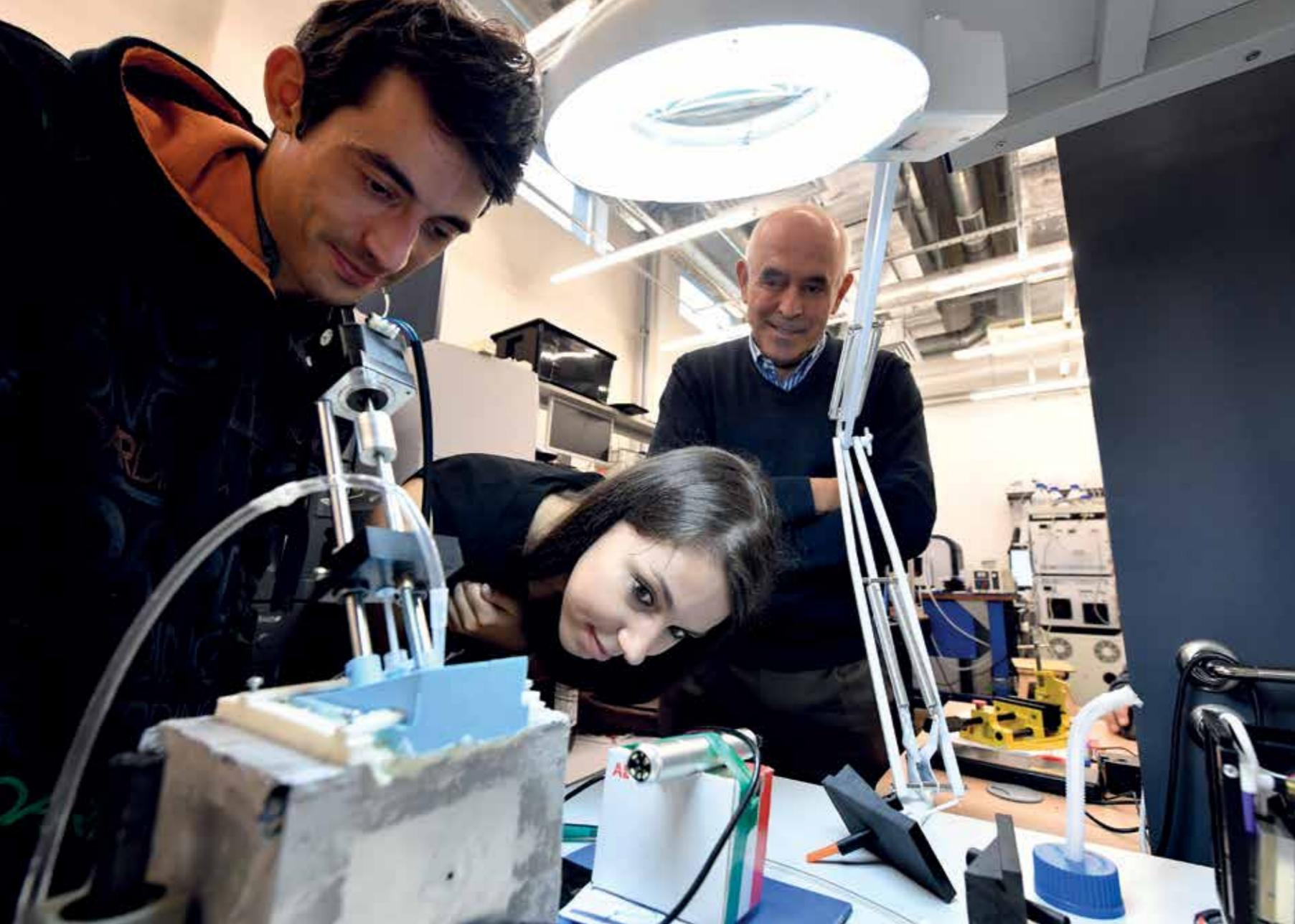
Уникальная лаборатория центра добычи углеводородов оснащена самым современным оборудованием. Лаборатория создана для характеристики и разработки технологий добычи нефти и газа трудноизвлекаемых и нетрадиционных запасов углеводородов, в том числе месторождений на поздней стадии разработки, месторождений тяжелой нефти, карбонатных и низкопроницаемых коллекторов и месторождений газовых гидратов. Ученые и студенты будут изучать образцы породы и флюидов, извлеченных на месторождениях, залегающих на глубине до нескольких километров, и применять результаты исследований для создания новых высокоэффективных технологий разработки традиционных, трудноизвлекаемых и нетрадиционных запасов углеводородов.

КОСМИЧЕСКИЙ ЦЕНТР

Лаборатория интеллектуальной космической робототехники

Лаборатория занимается разнообразными проектами и исследованиями во многих областях робототехники. Мы создаем стартапы для автоматизации складских помещений с использованием дронов и мобильных роботов, запускаем открытую платформу для машин с автопилотом, автоматизируем разборку телефонов и конструируем собственные манипуляторы. Наша команда регулярно выигрывает российские этапы международных соревнований Eurobot и приближается к мировому лидерству в них.



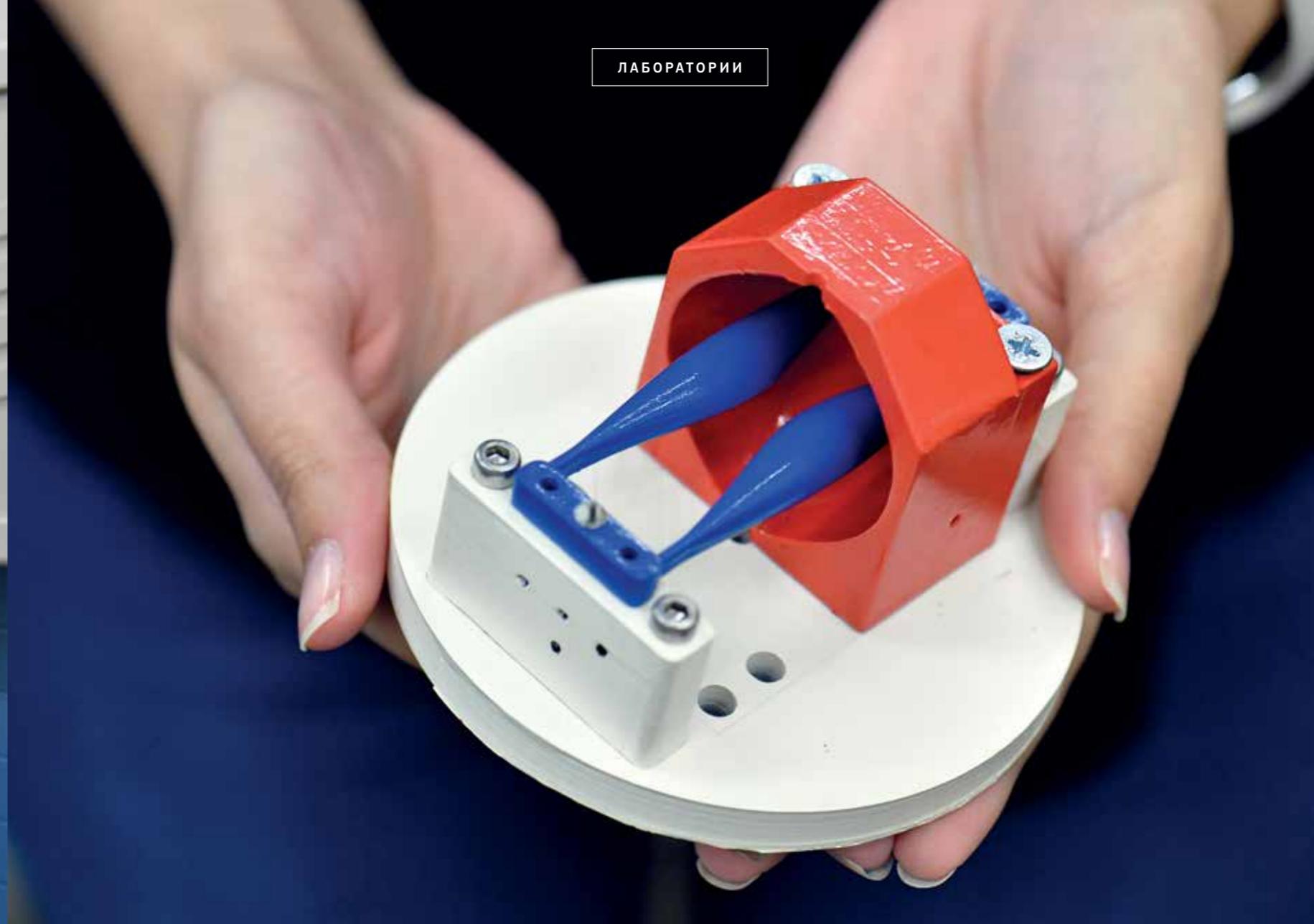
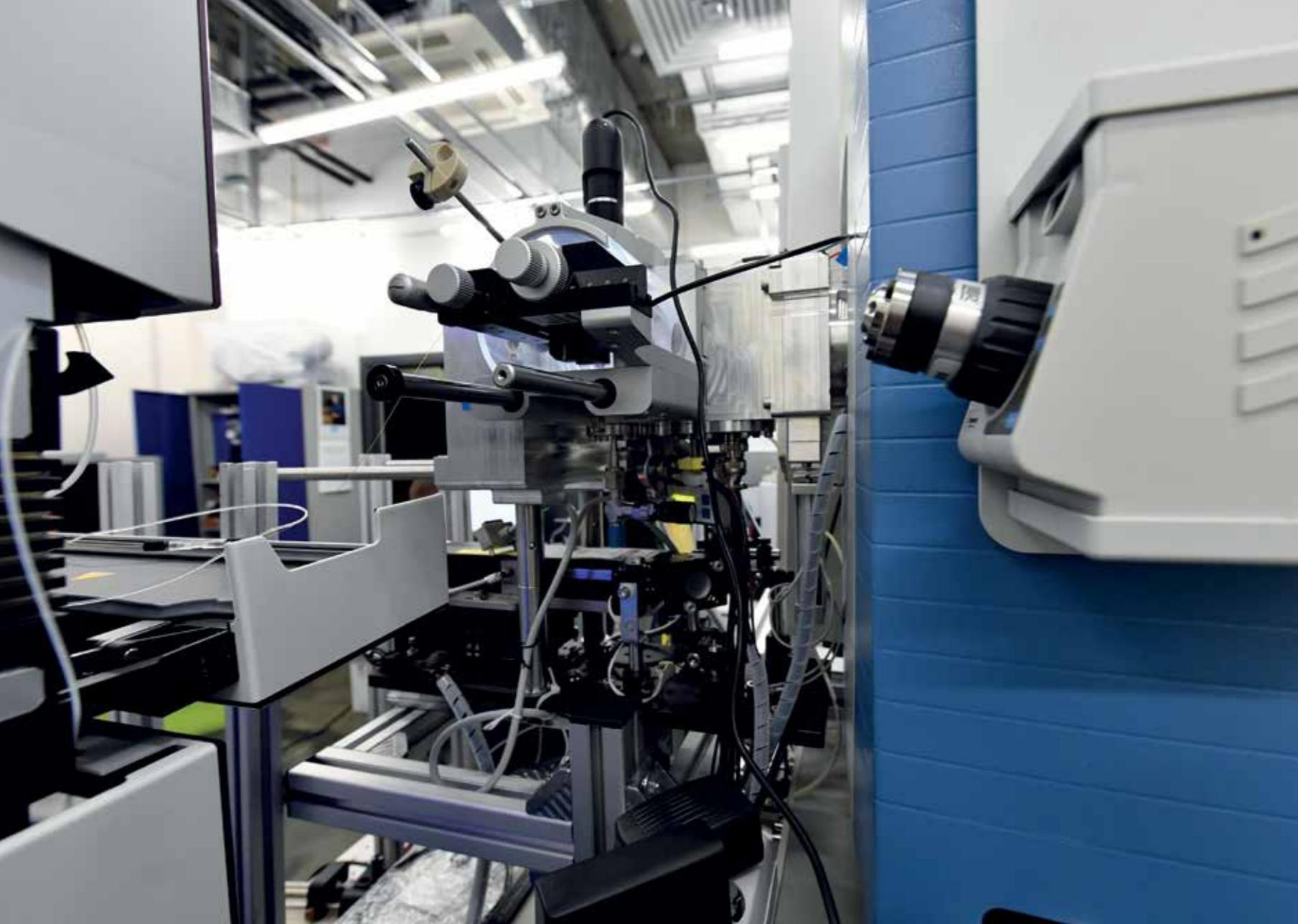


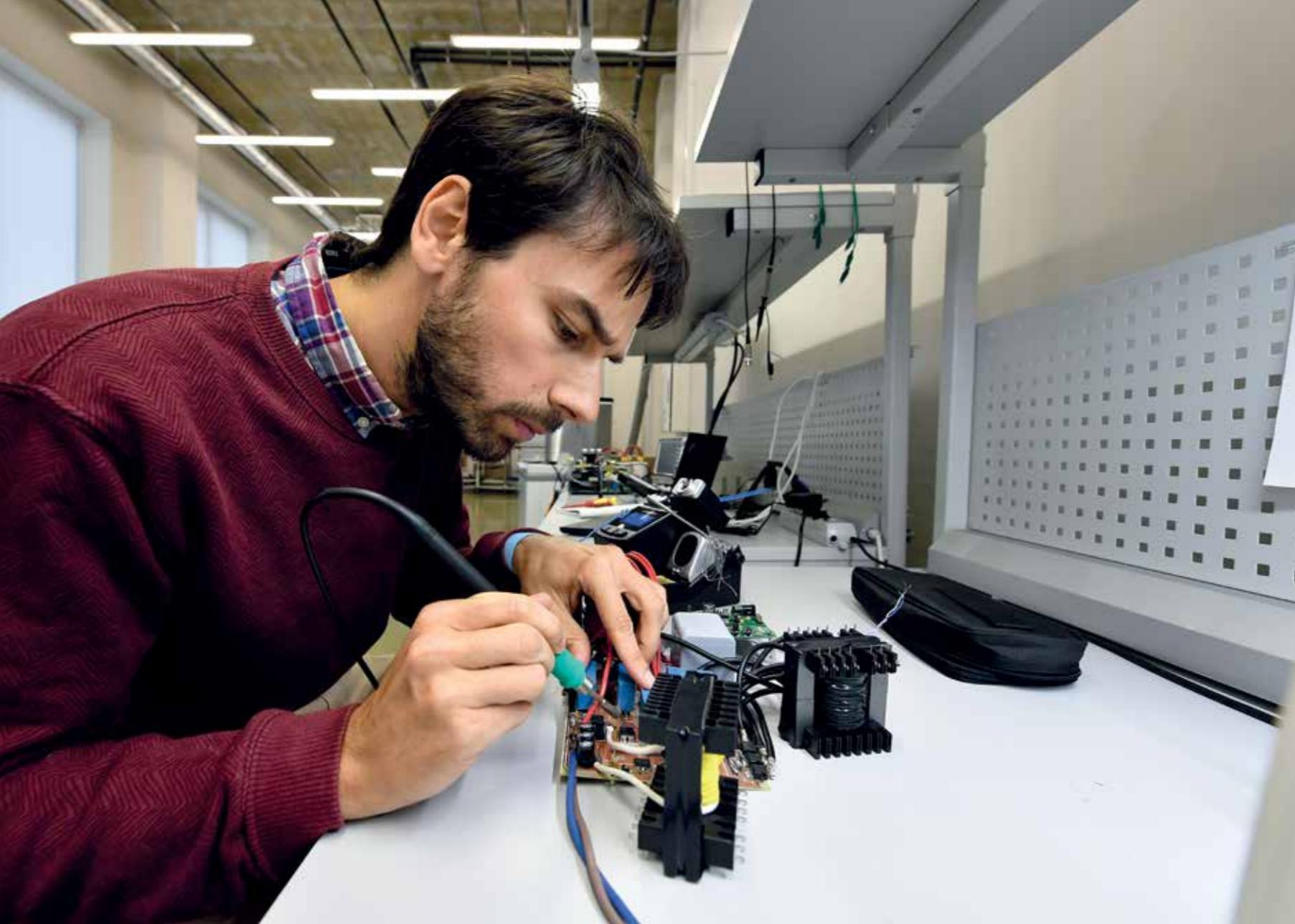
ЛАБОРАТОРИИ

КОСМИЧЕСКИЙ ЦЕНТР

Лаборатория масс-спектрометрии

Основной целью исследований и разработок лаборатории является создание новых типов масс-спектрометров и методов исследования, основанных на масс-спектрометрии, развитие хромато-масс-спектрометрических и биоинформатических технологий анализа сложных химических и биохимических смесей, включая: нефть и продукты ее переработки, другие сложные химические и биологические смеси, такие как гуминовые вещества, почвы и грунты как земного, так и внеземного происхождения, смеси белков и протеолитических пептидов, смеси метаболитов и липидов, с целью их применения для исследования в медицине, в частности, нейрохирургии, гинекологии и педиатрии, пульмонологии и онкологии; в сельском хозяйстве для исследования растений и семян с целью поиска высокопроизводительных культур и борьбы с болезнями. В лаборатории в рамках совместной программы Skoltech-MIT создается масс-спектрометр для применений в исследованиях космоса и в быту.





ЛАБОРАТОРИИ

ЦЕНТР ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Лаборатория Центра энергетических систем

В лаборатории проводятся исследования процессов в энергетическом оборудовании, интегрированные с обучением и инновациями в областях тепловой и электроэнергетики. Более того, оснащение лаборатории позволяет одновременно использовать установки для выполнения проектов на стыке этих двух областей. Ведутся проекты, которые создают новую интеллектуальную собственность в областях силовой электроники, автоматизации и контроля интеллектуальных тепловых и электрических сетей, тепловой энергетики, а также в области диагностики электрооборудования.



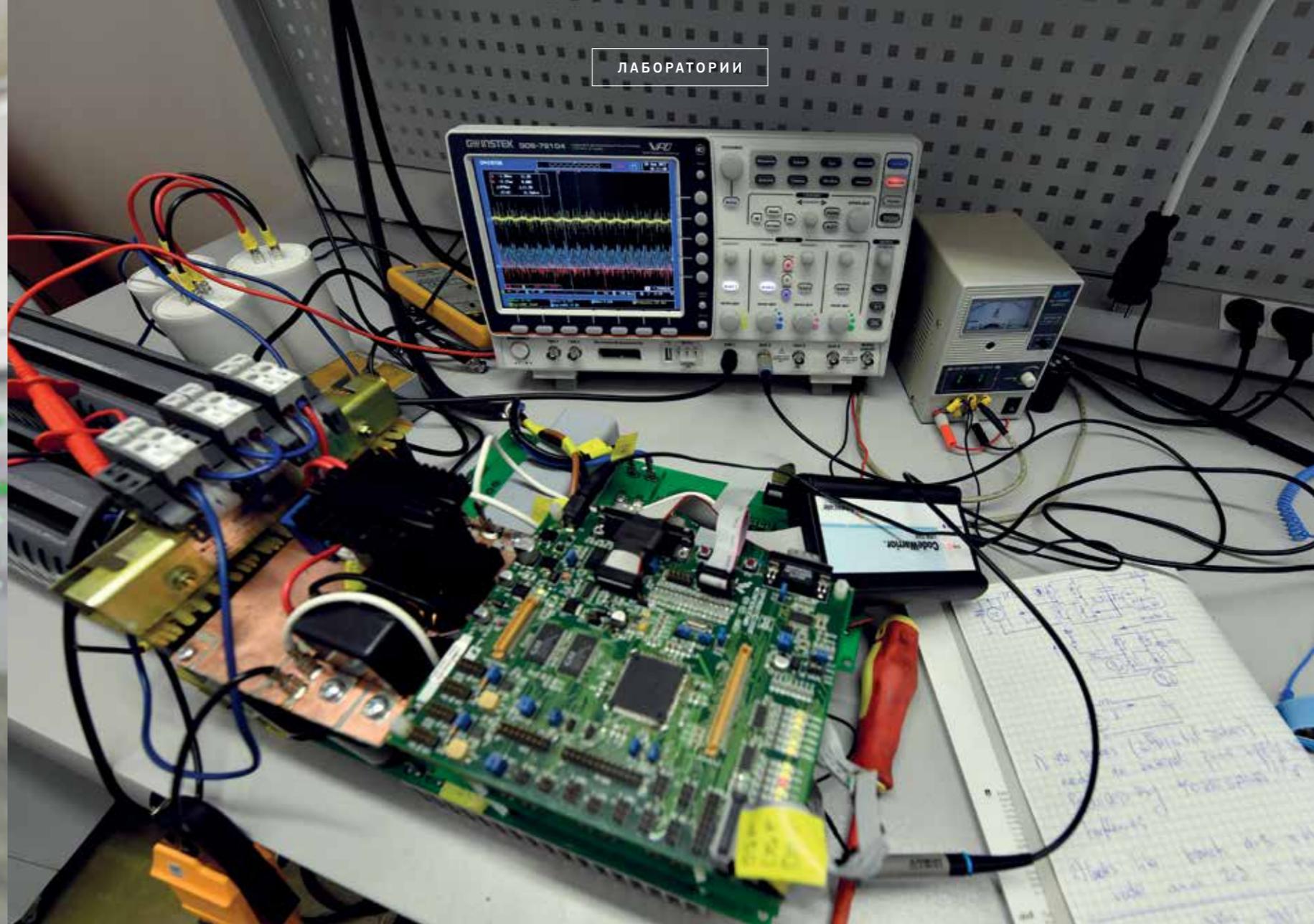
184

Center for Energy Systems Lab Smart Grid

Установка «Интеллектуальная сеть
лаборатории Центра по энергетическим
системам»



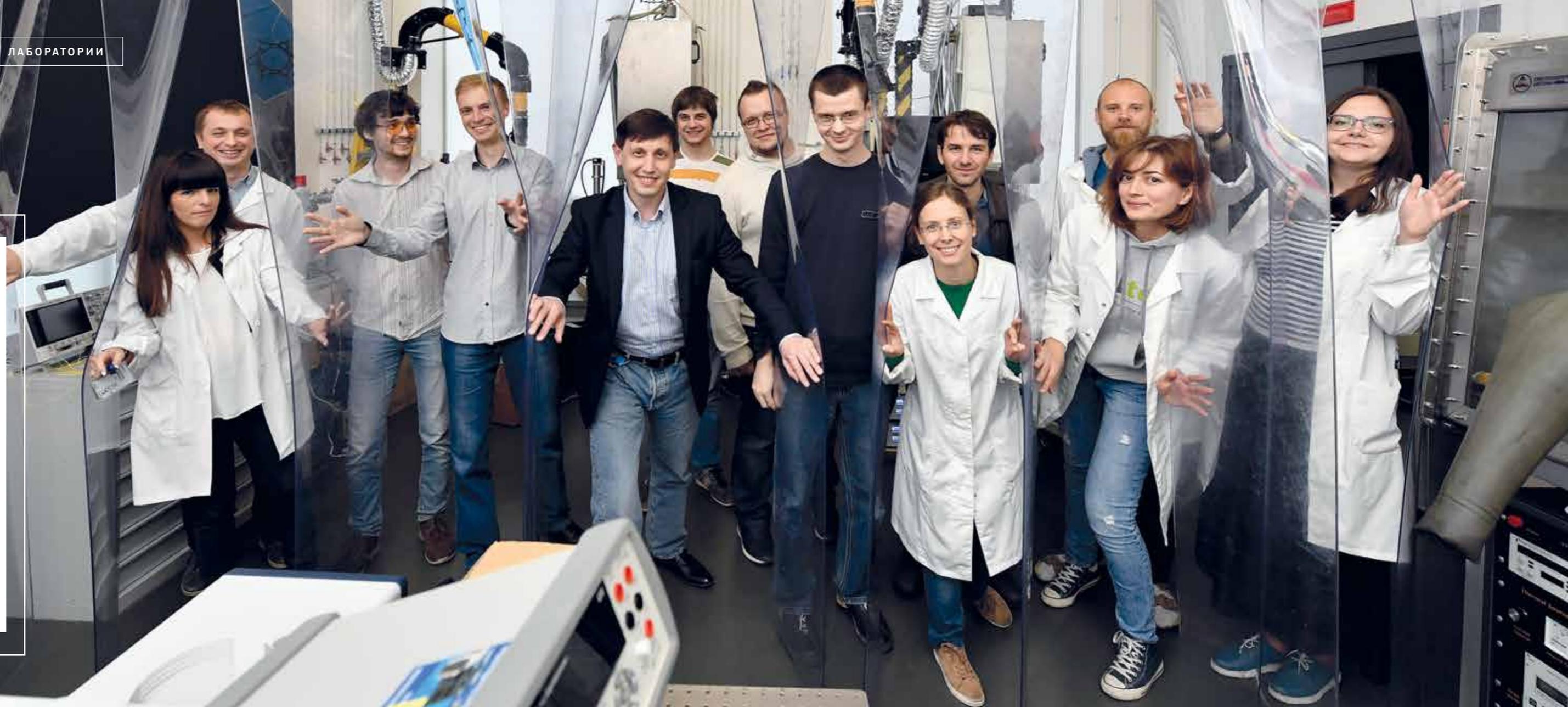
ЛАБОРАТОРИИ



ЦЕНТР ФОТОНИКИ И КВАНТОВЫХ МАТЕРИАЛОВ

Лаборатория наноматериалов

Лаборатория наноматериалов ведет научно-исследовательские работы в области синтеза однослойных углеродных нанотрубок, двумерных наноматериалов и нанонитей оксидов металлов, а также их применений в таких областях, как прозрачная и гибкая электроника, фотовольтаика, газовые сенсоры, фотоника, биотехнологии и др. Научная группа предлагает уникальную среду для междисциплинарных исследований, имеет репутацию надежного партнера в области высокотехнологичных исследований и входит в число лучших лабораторий в мире.





#ОТЛИЧНОЕОБРАЗОВАНИЕ
#МАГИСТЕРСКАЯПРОГРАММА
#PHD-ПРОГРАММА
#СТАЖИРОВКИЗАРУБЕЖОМ
#СТУДЕНЧЕСКАЯЖИЗНЬ
#МАСТЕРСКАЯ
#УНИВЕРСИТЕТ24/7

#2

ОТЛИЧНОЕ
образование

62	ПРЯМАЯ РЕЧЬ	ИСКАНДЕР АХАТОВ: //Можно спроектировать целый двигатель и провести его испытания виртуально//
66	ПРЯМАЯ РЕЧЬ	ИЛЬДАР ГАБИТОВ: //Биофотоника направлена на изучение основ живых систем и на продление жизни//
70	ПРЯМАЯ РЕЧЬ	МИХАИЛ ГЕЛЬФАНД: //Высокая эволюционная биология — наука, которая пытается объяснить, как все так получилось//
74	ПРЯМАЯ РЕЧЬ	КОНСТАНТИН СЕВЕРИНОВ: //В биологии нужны светлые головы, компьютеры и, в последнюю очередь, лаборатории//
78	ПРЯМАЯ РЕЧЬ	АНДРЕЙ ЖУГАЕВИЧ: //В современном материаловедении фокус давно сместился в сторону наноразмеров//
82	ПРЯМАЯ РЕЧЬ	АНТОН ИВАНОВ: //Новый, коммерческий космос выходит на орбиту//
86	ПРЯМАЯ РЕЧЬ	ИГОРЬ КРИЧЕВЕР: //Занятия математической физикой требуют удвоенных знаний//
90	ПРЯМАЯ РЕЧЬ	МАКСИМ ФЕДОРОВ: //Один из вызовов в науке об искусственном интеллекте — сделать программы многозадачными//
98	ПРЯМАЯ РЕЧЬ	АЛЕКСЕЙ ЧЕРЕМИСИН: //Это нормальная практика, когда компания выбирает лучшие кадры и готовит их чуть ли не со школьной скамьи//

102	ПРЯМАЯ РЕЧЬ	МИХАИЛ ЧЕРТКОВ: //Мне нравятся наши студенты — универсальные, обученные, желающие и умеющие учиться//
106	МАСТЕРСКАЯ БУДУЩЕГО	ПОЧЕМУ Я ВЫБРАЛ СКОЛТЕХ? Студенты-первокурсники делятся первыми впечатлениями
110	МАСТЕРСКАЯ	МОДЕЛЬ ДЛЯ СБОРКИ
116	ИНТЕРВЬЮ	ДМИТРИЙ ТЕТЕРЮКОВ: //Страна с малой плотностью населения и огромной территорией должна быть максимально автоматизирована//
120	ИНТЕРВЬЮ	ВЛАДИМИР СПОКОЙНЫЙ: //Начинают отмирать целые области человеческой деятельности//
126	ИНТЕРВЬЮ	АНТОН КРОТОВ: //У ребят из Владивостока есть возможность изучать биоинформатику, функциональную геномику, генную инженерию//
130	ЭКСПЕДИЦИЯ	ПРОЕКТ СКОЛТЕХА В АНТАРКТИКЕ
138	ИНТЕРВЬЮ	ПЕККА ВИЛЬЯКАЙНЕН: //Единственный способ сохранить лучших людей в экосистеме «Сколково» — это дать им лучшую экосистему//
142	ИНТЕРВЬЮ	НИНА МАЗЯВКИНА: //Я решила: новый город, новый университет, новый старт — надо действовать//
150	ИНТЕРВЬЮ	ДЕНИС СТОЛЯРОВ: //Мы поддерживаем любое продуктивное начинание студентов, в том числе ресурсами//



Искандер Ахатов:

// Можно спроектировать целый двигатель и провести его испытания виртуально //

Руководитель магистерской программы «Инновационные и цифровые инженерные технологии», директор Центра проектирования, производственных технологий и материалов Сколтеха рассказывает о фундаментальных задачах, стоящих перед учеными, работающими в области инновационных производственных и цифровых технологий.

Наука о материалах — широкое понятие. Это, скорее, не наука, а приложение разных наук: механики, физики, химии и математики. В нашем Цен-

тре мы изучаем физические и механические свойства материалов в крупномасштабных конструкциях. В этой области есть две фундаментальные задачи, которые важны с точки зрения приложения физики и механики к материаловедению и над которыми работает лаборатория микро- и наномеханики нашего Центра.

Первая задача — предсказание прочности композиционных материалов. При создании композиционных материалов используется пористый скелет, который насыщается расплавом полимеров. Полимер застывает, и в нем остаются пустоты или поры. Эта пористость оказывает серьезное влияние на прочность конструкции. Физика образования пор до конца не изучена, поэтому непонятно, как с ними

бороться. Эта фундаментальная проблема решается на стыке механики, физики, вычислительной и прикладной математики. Почему это важно? При производстве конструкций из композиционного материала надо знать, какую прочность они будут иметь. Мы не можем построить крыло самолета или деталь автомобиля, если не знаем, какие нагрузки они смогут выдерживать. Поэтому пористость — важная фундаментальная проблема. Нужно понять, откуда она берется, и найти способы ее устранения. А если окажется, что избежать ее нельзя, то нужно понять, как она влияет на физические свойства объектов.

Вторая задача — процесс напыления или покрытия. Как правило, для покрытия твердого тела используется

Если опираться только на механические испытания, вы будете пробовать, ломать, опять пробовать

пушка, которая выстреливает аэрозолем и покрывает поверхность. Маленькие капельки бьются о твердое тело и иногда не очень ровно ложатся друг на друга. Когда они застывают, получается неровный пористый объект. И здесь опять появляется характеристика пористости, что оказывает существенное влияние на защитные свойства этой пленки и ее прочность. Чтобы понять, как избежать неоднородности и сделать покрытие прочным и с необходимыми свойствами, нужно знать, каким образом отдельные капли бьются о твердое тело.

О ПРИКЛАДНЫХ АСПЕКТАХ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ

В нашем Центре, помимо лаборатории микро- и наномеханики, занимающейся фундаментальными исследованиями, есть еще три прикладных лаборатории. Первая — лаборатория композиционных материалов и структур. В ней мы разрабатываем и изучаем новые технологии создания композиционных материалов и объектов из них. Например, если вы хотите построить мост, вы можете использовать железные отлитые профили или композиционные материалы. Их можно делать специальным

образом — методом пултрузии, и по прочности они будут лучше стальных. Во второй лаборатории мы изучаем аддитивные технологии. Большая часть работы связана с 3D-принтингом из разных материалов. Полимер — самый простой из них, так как он легко плавится и его можно вытягивать. Более сложный материал — металл, так как, чтобы его расплавить, необходим лазерный луч. Следующий по сложности материал — керамика. И это одно из самых инновационных и перспективных направлений нашего центра. Третья лаборатория — Информационные Технологии в Производстве. Мы изучаем систему управления жизненным циклом производства, которая предполагает, что перед выпуском продукта нужно создать его виртуальный цифровой двойник, то есть рассчитать его свойства и предсказать поведение. Например, можно спроектировать целый двигатель и провести его испытания виртуальным образом. Такой подход серьезно сокращает время, потраченное на производство новых объектов.

Если вы хотите сделать автомобиль и опираетесь только на механические испытания, вы будете пробовать, ломать,

делать, опять пробовать. Но если использовать информационные технологии, то можно сначала провести испытания на компьютере и только затем сделать финальный образец. Система управления жизненным циклом производства широко используется в аэрокосмической индустрии, в которой эксперименты слишком дорогие. Сейчас мы пытаемся построить лабораторию так, чтобы Сколтех стал платформой для внедрения этих технологий в российскую индустрию.

Другие лаборатории тесно сотрудничают с лабораторией Информаци-

онных Технологий в Производстве, потому что, какие бы данные по свойствам материалов мы ни получали, они идут в базу системы управления жизненным циклом производства, которая собирает эту информацию для того, чтобы использовать при последующем проектировании. Это и есть, в общем, шаг в будущее. И так это работает во всем мире.

В 2016 году мы набрали первую группу из восьми студентов, в 2017-м взяли девять человек, ведь у нас нет задачи делать наше образование массовым.

ПРЯМАЯ РЕЧЬ



ФАРДАД АЗАРМИ
ПРОФЕССОР ЦЕНТРА
СКОЛТЕХА ПРОЕКТИРОВАНИЯ,
ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ
ТЕХНОЛОГИЙ И МАТЕРИАЛОВ

Магистерская программа «Инновационные и цифровые инженерные технологии»

В магистерскую программу «Инновационные и цифровые инженерные технологии» приглашаются студенты, обладающие фундаментальными знаниями в области математики, физики и инженерных наук. В рамках программы они проходят базовые курсы по механике сплошных сред, механике и физике новых производственных технологий, вычислительным методам, информационным технологиям в производстве. Затем обучение продолжается по одному из трех направлений: инновационные технологии (включая 3D-печать); композиционные материалы (их свойства и производство); информационные технологии в производстве. У студентов есть возможность в процессе обучения заниматься наукой под руководством профессоров.

Магистерская программа «Инновационные и цифровые инженерные технологии» подготавливает специалистов с уникальным набором знаний в области информационных технологий в производстве, разработки передовых материалов и технологий производства, и проектирования инженерных систем с повышенным жизненным циклом, механическими и физическими характеристиками, требуемыми в высокотехнологичных отраслях промышленности.



Ильдар Габитов:

//Биофотоника направлена на изучение основ живых систем и на продление жизни человека//

Преподаватель магистерской программы «Фотоника и квантовые материалы», профессор Центра фотоники и квантовых материалов Сколтеха Ильдар Габитов рассказывает об адресной доставке лекарств и специальных листах нового типа.

Наш центр ведет исследования на стыке двух ключевых областей науки и технологии — фотоники и квантовых материалов. При разработке магистерской программы мы объединили курсы, посвященные изучению взаимодействия света с веществом, с курсами, раскрывающими основные свойства квантовых материалов.

Базовые знания курса «Фотоника и квантовые материалы» касаются взаимодействия света с веществом, генерации, детектирования и управления светом. Сейчас для решения этих задач особое значение приобретают новые материалы. Например, в классической оптике основными элементами являются линзы и зеркала, изготовленные из материалов высокой степени однородности. Модификация поверхности существенно влияет на оптические свойства, как, например, в тонкопленочных просветляющих покрытиях объективов. Современные технологии продвинулись дальше и позволяют создавать структурированные материалы с уникальными оптическими свойствами. Размер элементарных структур может быть значительно меньше длины

волны света. Во многих случаях свойства этих материалов определяются квантовыми эффектами.

Наряду с фундаментальными исследованиями наш центр занимается проблемами, имеющими прикладное значение. Это, например, компактные модуляторы света, гибкие дисплеи, элементы эластичной оптоэлектроники, эффективные источники света. Планируется ввести курсы, которые дают магистрантам основополагающие знания в области биофотоники.

О БИОФОТОНИКЕ

Биофотоника направлена как на изучение основ живых систем, так и на продление и улучшение качества жизни человека. Одно из важных направлений биофотоники — адресная доставка ле-

карств. Большинство медицинских препаратов оказывают воздействие на весь организм в целом, но важно сделать так, чтобы препарат попадал в нужный орган, а его лечебные свойства активизировались по мере необходимости.

Другой пример — плазменная терапия для диагностики и лечения опухолей. Металлические наночастицы, заключенные в оболочку из поверхностно-активных веществ, доставляются и селективно прикрепляются к пораженным участкам тканей. Внешнее электромагнитное воздействие способно индуцировать колебания электронов, приводящие к нагреву металлической наночастицы до высокой температуры. Локальный нагрев может быть использован как для разрушения клеток опухоли, так и для эффективной визуализации пораженных тканей методами ультразвуковой диагностики. На основе аналогичных методов плазмонного резонанса работают высокочувствительные сенсоры, которые позволяют детектировать химические и лекарственные вещества, болезнетворные агенты.

О СПЕЦИАЛИСТАХ НОВОГО ТИПА

Для развития направления фотоники и квантовых материалов необходимы высококвалифицированные специалисты в области теории, компьютерного моделирования, экспериментальных исследований и технологий. Объекты, методологии и инструменты экспериментальных исследований постоянно усложняются. Возрастающая сложность прикладных задач требует развития теоретических основ — а это невозможно без компьютерного моделирования. Все это предъявляет высокие требования к специалистам, работающим в этой области. Они должны хорошо понимать физику процессов, владеть методами математического моделирования.

Технологические методы и приемы также становятся все более сложными. Современные объекты исследования зачастую сложно структурированы и имеют характерные размеры менее 100 нанометров. Для создания таких образцов и работы с ними необходимы специалисты, обладающие навыками работы на молекулярном и атомарном уровне.

Одно из важных направлений биофотоники — адресная доставка лекарств. Важно, чтобы препарат попадал в нужный орган, а лечебные свойства активизировались по необходимости

Работа с современными экспериментальными установками, которые с каждым новым поколением становятся все сложнее, требует не только инженерных знаний, но и фундаментальных знаний в области физики, химии, биофизики и других областях.

О БУДУЩЕМ ВЫПУСКНИКОВ СКОЛТЕХА

В Сколтехе созданы две первоклассные лаборатории, после переезда в новый кампус в начале 2018 года начнут работу еще две.

Студенты Сколтеха после окончания магистратуры имеют возможность выбора: продолжить обучение в аспирантуре, работать в промышленности или заняться бизнесом. Об-

учение в аспирантуре можно продолжить как в Сколтехе, так и в других учебных заведениях. Для того чтобы приобрести навыки работы на производстве, в Сколтехе организована производственная летняя практика. Кроме того, формируется программа, в рамках которой студенты будут обучаться и проходить практику для работы в IPG Photonics, практиковаться в концерне «РТИ Системы». Мы рассчитываем на сотрудничество с холдингом «Российские космические системы», а также с госкорпорациями, компаниями большого и среднего размера. Программой обучения в Сколтехе предусмотрены курсы, ориентирующие студентов на создание частного бизнеса.

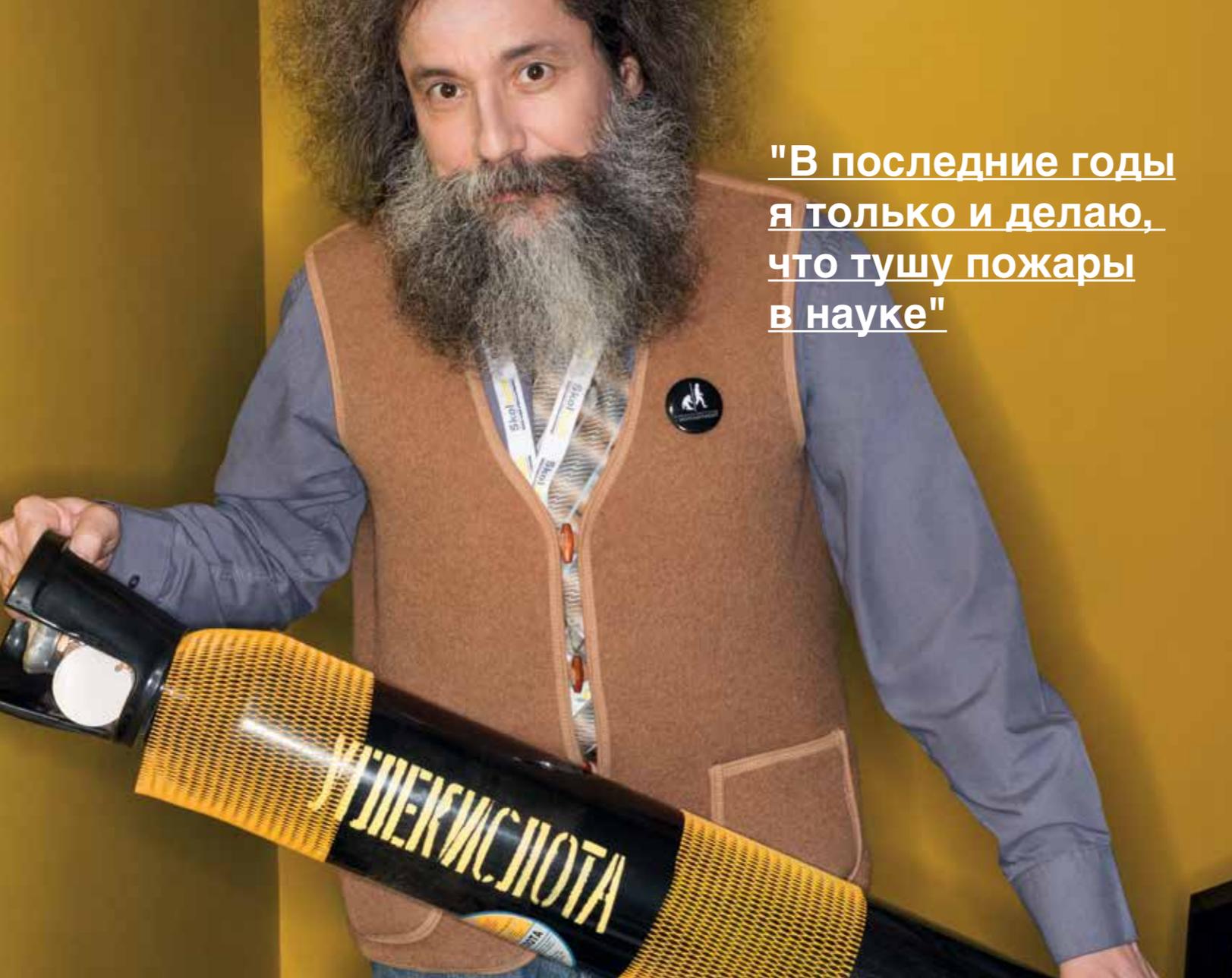
Магистерская программа «Фотоника и квантовые материалы»

Образовательная программа преследует цель дать фундаментальные знания и опыт экспериментальных исследований в области современной электроники и оптоэлектроники. Программа реализуется в сетевой форме с МФТИ на базе Института спектроскопии РАН и Института физики твердого тела РАН.



ПАВЛОС ЛАГУДАКИС
ДИРЕКТОР ЛАБОРАТОРИИ ГИБРИДНОЙ
ФОТОНИКИ, ПРОФЕССОР СКОЛТЕХА

12-недельный курс фотоники состоит из серии экспериментов, демонстрирующих ключевые техники и иллюстрирующих базовые принципы экспериментальной лазерной науки. Параллельно с этим студенты напишут курсовые работы по одной из ключевых тем в лазерной физике. Этот курс будет полезен тем, кто планирует карьеру в области оптоэлектроники, фотоники и квантовой инженерии. Список и суть экспериментов меняются по мере развития области. Над каждым экспериментом студенты работают в формате лабораторных сессий 3 x 3 часа, а затем получают задание проанализировать результаты и понять физические процессы, лежащие в основе эксперимента.



"В последние годы я только и делаю, что тушу пожары в науке"

ПРЯМАЯ РЕЧЬ

Михаил Гельфанд:

//Высокая эволюционная биология — наука, которая пытается объяснить, как так все получилось//

Профессор Сколтеха, руководитель магистерской программы «Биотехнология», рассказывает о том, что ждет в Сколтехе студентов, которые приходят изучать молекулярную биологию и геномику.

Первое существенное отличие нашей магистерской программы от программ других российских вузов — это магистерская программа без бакалавриата. Поэтому у нас нет типичной для российских университетов ситуации, когда магистратура фактически состоит из соб-

ственных выпускников. Мы набираем сильных магистрантов из других университетов. Мы не связаны административными ограничениями, поэтому можем взять человека, который окончил специалитет или магистратуру в другом вузе, но тоже хочет поступать к нам в магистерскую школу.

Что касается нашей второй особенности, тут я положу скромность в карман и скажу, что это уровень профессуры. В нескольких российских вузах есть сильные биологические факультеты с профессорами мирового уровня, но если смотреть по концентрации, думаю, Сколтех является самым сильным.

Третье — очень большая степень свободы в выборе того, что сейчас называется образовательной траекторией. У нас мало обязательных курсов и довольно много курсов по выбору. Причем можно слушать курсы, которые есть в других школах Сколтеха: скажем, если человек интересуется биоинформатикой, он может прослушать курс по анализу данных в соответствующем центре.

У нас есть обязательная летняя индустриальная практика в биотехнологических, фармацевтических, агрономических, медицинских компаниях, которые имеют отношение к молекулярной биологии. Часть этих стажиро-

**Положу
скромность
в карман и скажу,
что одна из наших
особенностей —
очень высокий
уровень
профессуры**

вок проходит за рубежом, например, в Израиле, в израильских компаниях и в Тель-Авивском университете, тоже в индустриальных подразделениях. Эта практика — не формальность, люди действительно учатся работать в индустриальном секторе. Академическая карьера ведь устроена по принципу пирамиды: на каждый следующий этап забирается лишь доля людей, которые прошли предыдущий. К тому же не все мечтают об академической карьере. В этом смысле внятная индустриальная практика очень полезна для людей, которые рассматривают для себя возможность карьеры в промышленности.

На втором году магистратуры, когда основные курсы уже пройдены, есть возможность поехать на несколько месяцев на стажировку в зарубежный университет. Если у научного руководителя есть научные контакты за рубежом — а они у большинства есть — студент вполне может поработать в западной лаборатории.

Я веду в Сколтехе два курса. Первый называется «Введение в биоин-

форматику», он обязательный для всех, потому что современной молекулярной биологией и геномикой невозможно заниматься без использования компьютерных методов обработки экспериментальных данных.

Второй мой курс, «Сравнительная геномика», факультативный, в нем освещаются уже более сложные эволюционные темы. С этого года это будет совместный курс Сколтеха и факультета компьютерных наук Высшей школы экономики, его смогут посещать студенты обоих вузов. У нас два таких совместных курса с ВШЭ: для третьего модуля — курс Георгия Базыкина «Эволюционная биология», а для четвертого — мой курс, который продолжает эту тему. Это высокая эволюционная биология, то, что в биоинформатике как раз самое интересное: это наука, которая пытается объяснить, как, собственно, так все получилось. Я рассчитываю, что на таких совместных с ВШЭ курсах будут группы из биологов и математиков. И когда они начинают взаимодействовать, наблюдать за этим очень интересно.

У этих совместных с ВШЭ курсов интересная предыстория. При Школе анализа данных «Яндекса» некоторое время существовало отделение биоинформатики, которое я создал с нуля. Потом «Яндекс» решил, что им это не нужно, и это преобразовалось в независимую вечернюю школу биоинформатики. У нее не было никакого формального статуса, но мы вели людей примерно по уровню нынешней магистерской программы. Направление анализа данных в биологии и медицине в Вышке и сейчас в значительной степени идет по программе этой школы. Так вот, в первые наборы в эту школу биоинформатики

приходили и люди с математическим и компьютерным бэкграундом, и биологи. Причем биологи были не такие, которые хотели поменять профессию и стать биоинформатиками, а которые хотели выучить биоинформатику, чтобы более успешно заниматься биологией. У них было ощущение, что им это будет полезно. Они устраивали семинары независимо от преподавателей, на которых объясняли друг другу то, что им было непонятно: биологи рассказывали программистам про биохимию, а компьютерщики биологам — про PYTHON или про динамическое программирование. Эти люди до сих пор друг с другом

общаются, а Сергей Шмаков вот-вот защитит PhD в Сколтехе.

В Сколтехе такого тесного сотрудничества между ИТ и биологами пока нет, но, думаю, что и здесь это постепенно появится. В Сколтехе сильное ИТ-подразделение, более того, у них есть предыдущий опыт работы с биологами, в том числе совместные научные статьи. На нашей программе сейчас уже есть магистрантка Катя Кондратьева, у которой научный руководитель — из ИТ-Центра, профессор Бернштейн. Понятно, что это будет развиваться, все компоненты для этого есть.

Магистерская программа «Биотехнология»

Двухгодичный образовательный курс, включающий в себя как курсы по молекулярной и клеточной биологии, так и биоинформатические курсы и курсы по математическому моделированию в биологии. Изучая классические и современные подходы, студенты проводят исследования в области биомедицины и биотехнологии с использованием методов биоинформатики и компьютерной биологии. На программу «Биотехнология» приглашаются не только бакалавры по биологии и химии, но и физики, специалисты в области ИТ и анализа данных, выпускники медицинских и сельскохозяйственных вузов. Студенты-биотехи сотрудничают с различными биотехнологическими компаниями. Понимание того, как работает биомедицинский бизнес, помогает не только выбрать более успешный карьерный путь, но и стать более эффективным исследователем.



Константин Северинов:

//В биологии нужны светлые головы, компьютеры и, в последнюю очередь, лаборатории//

Директор Центра системной биомедицины и биотехнологии Сколтеха, руководитель PhD программы рассказывает, как стать передовым биологом без пробирок и чашек Петри.

Программа PhD Сколтеха в области наук о жизни рассчитана на четыре года. Она сертифицирована и аккредитована по всем российским государственным стандартам — это, по сути, аспирантская программа «Биологические науки и реализация их в молекулярной биологии, биоинформатике и биотехнологии».

Мы предлагаем все, что есть в стандартных российских аспирантурах, включая экзамен по философии, — тут уж не мне судить, хорошо это или плохо. Но при этом наша программа на английском языке, и у нас очень достойный уровень материальной поддержки студентов, проще говоря, стипендия.

Есть один фактор, который делает нашу программу исключительной, — у нас (пока) единственная во всем мире биотехнологическая программа без лабораторий. С одной стороны, не очень удобно, но с другой — хороший уровень поддержки и высокий уровень профессоров, многие из которых

известны в мире, позволяют нашим аспирантам ездить в длительные, от года до трех лет, стажировки в лучшие лаборатории мира, в университеты США, Европы, Японии. В некоторых случаях студенты делают проекты в российских лабораториях — в нашей стране тоже есть очень неплохие лаборатории. Так что в целом это уникальная возможность.

При такой схеме и надлежащем руководстве — а многие из наших профессоров могут оказывать такое руководство — студент очень скоро становится важной интегральной частью мирового научного сообщества. У него есть два научных руководителя:

в Сколтехе и в лаборатории, совместно с которой выполняется проект. При таком подходе работа нашего аспиранта может стать основополагающей частью научного сотрудничества между двумя группами или даже между двумя университетами.

У нас есть специальные фонды, которые позволяют отправлять аспирантов на научные конференции. Мы следим за тем, чтобы наши ребята ездили только на признанные, важнейшие мировые конференции, и чтобы они там выступали. Это дает очень ценный опыт.

Словом, человек, который решит к нам поступать, будет не в худшем положении, чем его сверстники в лучших университетах США и Европы, — как с точки зрения условий обучения, так и с точки зрения уровня научных задач, которые он будет решать. Аспиранты реально интегрированы в международную систему именно потому, что многие из них проводят существенную часть времени за рубежом.

Наши студенты пишут работы и защищают их на английском. Но мы на-

стаиваем, чтобы в дополнение к степени, полученной в Сколтехе, то есть PhD, они получили степень кандидата биологических наук в российских академических университетах, написав кандидатскую на русском. У нас нет ученого совета, но есть комитет, в состав которого входят как минимум два зарубежных специалиста в той области, в которой происходит защита. Это является стандартом во всех международных защитах.

Мы стараемся привлечь и привить у себя все то, что есть разумного в западных научных практиках подготовки аспирантов по биологии, не забывая и о российских особенностях — таких как курс философии и защита на русском языке. Также наши аспиранты обязательно работают помощниками профессора (teaching assistantship) — так мы трансформировали требование педагогической практики, которое есть в российском федеральном образовательном стандарте. В нашем случае это означает, что аспиранты сопровождают как минимум один из курсов наших про-

Человек, который решит к нам поступать, будет не в худшем положении, чем его сверстники в лучших университетах США и Европы

фессоров, помогают им вести лекции и семинары.

У нас довольно жесткие требования по тому, кого мы допускаем к защите. Мы сами разработали эти требования, и они серьезнее, чем требования российской аспирантуры или аттестационной комиссии. Чтобы выйти от нас через четыре года и получить PhD Сколтеха, студент должен иметь не менее двух статей в научных журналах, и как минимум в одной статье он должен быть первым автором.

Наша программа молодая и очень маленькая — около 50 аспирантов и 15 профессоров. Тем не менее, согласно индексу Nature Publishing

Group, по публикациям в престижных международных журналах в области наук о жизни Сколтех занимает третье место в России, после таких гигантов, как РАН и МГУ, где работы в этой области ведут сотни или даже тысячи человек. Наши аспиранты являются соавторами большинства этих публикаций. Так что, мне кажется, у нас получается неплохо.

В скором времени у нас должна появиться биологическая лаборатория. Меня часто спрашивают, как она будет выглядеть. Но с таким же успехом можно придти к католическому или православному священнику и попросить его описать рай. Поскольку там

никто не был или никто не возвращался, никто не знает, что там. Нам говорят, что это будет прекрасно, и я готов в это поверить, но представить, как именно это будет выглядеть, у меня не хватает воображения. Я жду чего-то сногшибательного.

Наша программа в значительной степени сфокусирована на биоинформатических исследованиях, а биоинформатике лаборатории не очень нужны, нужны компьютеры и светлые головы. Российские биологи, в силу проблем с инфраструктурой, вообще сильны в биоинформатике. Так что здесь мы используем естественную силу российской науки.

Программа аспирантуры Сколтеха по специальности «Науки о жизни»

Программа рассчитана на четыре года. Аспиранты ведут исследования под руководством профессоров Сколтеха из Центра трансляционной биомедицины и Центра системной биомедицины и биотехнологии и могут защищаться по специальностям «молекулярная биология», «биотехнология» и «биоинформатика». Аспиранты имеют возможность посещать лекции ведущих профессоров Сколтеха, выбирая курсы, наиболее актуальные для их научной работы. Кроме курсов по специальности обязательными являются курсы по истории и методологии науки, предпринимательству и педагогике. Каждый аспирант обучается по индивидуальному плану, составляемому совместно с научным руководителем и утверждаемому индивидуальным комитетом, состоящим из известных ученых как из Сколтеха, так и из других российских и зарубежных университетов.



Андрей Жугаевич:

//В современном материаловедении фокус давно сместился в сторону наноразмеров//

Доцент Центра электрохимического хранения энергии Сколтеха объясняет, что такое современное материаловедение, и рассказывает о звездном составе преподавателей программы.

Наша образовательная программа называется «Материаловедение», material science. Такая программа есть практически в любом серьезном международном вузе, поэтому мы создали ее и здесь.

Это одна из первых программ Сколтеха, она была запущена в 2014 году, но я бы сказал, что текущий, 2017 год — первый, когда программа стартовала независимо от других

образовательных программ. В этом году мы набрали около 20 студентов. Основное отличие программы — ее современный статус. Материаловедение как наука довольно развито на постсоветском пространстве, но в том виде, в котором оно зачастую существует, оно давно устарело.

Если спросить обычного человека, что такое материаловедение, в ответ можно услышать, что это наука о материалах, из которых сделан стол, стул, инженерные сооружения, мосты... На самом деле, в современном материаловедении фокус давно сместился в сторону наноразмеров, более сложной структуры материала на всех масштабах, от атомарного до макроскопического.

В Сколтехе мы как раз и изучаем такие «продвинутые» материалы, из которых также делаем современные устройства. Такого уровня технологий явно не хватает в России. Мы экспортируем сырье и завозим готовые материалы и устройства в Россию, а хотелось бы производить их здесь.

В образовательной программе задействованы профессора из трех исследовательских центров Сколтеха: Центра электрохимического хранения энергии (Center for Electrochemical Energy Storage, CEES), Центра фотоники и квантовых материалов (Photonics and Quantum Materials, CPQM) и Центра проектирования, производственных методов и материалов (Center for

**На выходе уровень
знаний и навыков
позволяет
студентам
поступить
в аспирантуру
практически
любого вуза мира**

Design, Manufacturing and Materials, CDMM). Всего десять лекторов.

Каждый из наших лекторов ведет активную научную работу в области, связанной с материаловедением, что подтверждается высоким индексом цитирования. Средний по медиане индекс цитирования Хирша, т.е. h-индекс наших лекторов — около 30. Думаю, не ошибусь, если скажу, что на постсоветском пространстве нет другой образовательной программы в области материаловедения с такими показателями.

Научные лаборатории нашего центра электрохимии открылись в конце прошлого года. Отчасти благодаря этому образовательная программа «Материаловедение» заработала в полную силу в этом учебном году. Также у нас есть вычислительные мощности, и студенты могут совмещать моделирование и эксперименты. В лабораториях установлено современное оборудование по исследованию материалов, на котором можно провести, например, полный анализ и тестирование перезаряжае-

мых батарей и источников питания, производить лабораторные прототипы таких устройств.

Студентам наша программа дает как базовые знания в области материаловедения, так и навыки практической работы. Материаловедение — очень широкая научная область, поэтому обучение специализированно. Студенты могут сфокусироваться на материалах для преобразования или хранения энергии (CEES), оптоэлектроники, фотоники (CPQM), на конструкционных материалах (CDMM). На выходе уровень знаний и навыков позволяет студентам, при желании, поступить в аспирантуру практически любого вуза мира на специальность, связанную с материаловедением, либо пойти работать в отдел R & D любой компании, которая занимается разработкой материалов, к примеру, BASF, Mitsubishi, Samsung и т.д.

Среди проектов, которые проводили студенты этого выпускного года в рамках нашей программы, — исследование солнечных батарей на

базе аморфного кремния, исследование углеродных нанотрубок, разработка катодов для перезаряжаемых батарей, поиск новых магнитных материалов. Разброс тем широкий, и это не просто абстрактные работы, они привязаны к конкретным передовым разработкам, которые проводятся у нас в центрах. Обучение в Сколтехе — это и теория, и практика, в современной науке их вообще трудно разделить.

Магистерская программа «Материаловедение»

Двухгодичный образовательный курс, направленный на освоение студентами знаний и умений в области разработки новых материалов и устройств, актуальных для российской и мировой индустрии. Учебная программа включает в себя как базовые разделы современной науки о материалах, так и продвинутое обучение, позволяющее студентам уже в процессе обучения подключиться к инновационным исследованиям и разработкам материалов для оптоэлектроники и устройств хранения и преобразования энергии. Выпускники программы востребованы в научно-исследовательских центрах, в отделах разработки компаний, работающих в секторах электроники, энергетики, химической индустрии, автопромышленности и других секторах, имеющих дело с разработкой, внедрением или эксплуатацией продвинутых или сложных материалов.

ПРЯМАЯ РЕЧЬ

Стране очень нужны кадры в области материаловедения. Нужны они и активно развивающемуся Сколтеху, поэтому наших лучших выпускников, мы, конечно, приглашаем в Сколтех. Большинство исследований во всем мире проводят не зрелые ученые сами по себе, а хорошо сбалансированные команды, включающие также студентов, аспирантов и постдоков. Такую же систему мы хотели бы выстроить и у нас.



**КИТ СТИВЕНСОН, ПРОРЕКТОР
СКОЛТЕХА ПО ИССЛЕДОВАНИЯМ,
ДИРЕКТОР ЦЕНТРА ЭЛЕКТРО-
ХИМИЧЕСКОГО ХРАНЕНИЯ ЭНЕРГИИ
И ЦЕНТРА ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

Наша магистерская и докторская программа по материаловедению дает обязательные и факультативные курсы, которые ведут сотрудники трех Центров Сколтеха (CREI) — Центра по электрохимическому хранению энергии, Центра фотоники и квантовых материалов и Центра проектирования, производственных методов и материалов. Помимо специализации программа включает экспериментальные и вычислительные факультативы, уникальные для российских университетов, и даже для мировой практики. В числе других компонентов программы — иммерсивная производственная практика и компоненты, связанные с предпринимательством и инновациями.



Антон Иванов:

//Новый, коммерческий космос выходит на орбиту//

И.о. директора Космического центра Сколтеха рассказывает, как меняющееся информационное пространство влияет на процесс обучения.

Мне очень нравится интенсивность обучения в Сколтехе по сравнению со стандартными европейскими университетами, где курсы обычно размазаны на академический семестр. Интенсивная работа над курсом вместе со студентами позволяет лучше сконцентрироваться на материале: нужно просто более плотно давать материал. Плюс к этому в начале

семестра есть инновационный воркшоп, который всех сплачивает и дает студентам направление, в котором они будут работать в последующие месяцы и годы.

Наш главный челлендж — соревнование с современными электронными технологиями. Теперь, когда детям или студентам нужно что-то выучить, они просто идут на YouTube и смотрят ролик. Мы покупали книги, читали их, осмысливали... Но сейчас я и сам себя ловлю на мысли, что если мне нужно что-то сделать в фотопопе, я смотрю видео — и получается быстро и эффективно.

В нашей области есть уже большая серия открытых онлайн-курсов

для широкой аудитории (Massive Open Online Courses, MOOCs) на платформе edX, Coursera и т.д. Мои студенты мне говорят: «Антон, мы, конечно, понимаем, что есть система, но мы же все можем в Википедии посмотреть». Наличие интернета, доступных курсов, огромного количества контента — все это меняет нашу жизнь. Формат лекций тоже должен измениться; сейчас я выхожу и два часа рассказываю истории с минимальными интерактивами. Но держать современную аудиторию даже в течение 45 минут уже непросто.

Наша главная задача — адаптировать курсы к современным услови-

ям и организовать материал таким образом, чтобы он учитывал новые способы потребления информации. В Сколтехе уже есть определенный опыт. Например, Сергей Константинович Ужинский разработал новый подход и уже применяет его в работе со студентами. Можно обмениваться опытом с Политехническим университетом Лозанны (École polytechnique fédérale de Lausanne, EPFL) — у них уже были такие курсы повышения квалификации для преподавателей. Понятно, что базовый материал остается тем же — закон Ньютона никто не отменял. Но форма подачи материала нужна новая. Как это будет выглядеть, будут ли это семинары или интерактивы — это самый большой вопрос для меня как для нового директора образовательной программы.

Поскольку курсы MOOC пользуются большим спросом, имеет смысл разработать ряд таких курсов на русском языке, чтобы охватить русскоязычную аудиторию. У нас сейчас 653 студента, а мы мо-

жем довести это число до 60 тысяч за счет онлайн-аудитории. Все эти технологии уже хорошо отработаны — как создавать домашние задания, как осуществлять обратную связь со студентами.

Космическая область в инженерном деле одна из самых сложных. Здесь нельзя ошибаться: запустив спутник, починить его мы уже не можем. Наш подход основывается на подробной проработке плана проекта: мы учитываем, что есть сложный цикл создания продукта или проекта, есть цикл тестирования. Мы стараемся, чтобы студенты осознавали сложность этого процесса. Когда они говорят, мол, я это сделаю за неделю, мы поправляем, что это будет не неделя, а минимум два месяца. Подключение к другим системам, разработка интерфейсов, написание документации, исправление ошибок — это время. Мы хотим, чтобы студенты вышли из Сколтеха с пониманием своих сил, с пониманием того, сколько времени занимает разработка сложной инже-

нерной системы, и чтобы они этот системный подход использовали для строительства самолетов, вертолетов, судов, то есть для работы с любой другой сложной системой. Конечно, мы будем их ориентировать на предприятия космической промышленности и надеемся, что спрос будет, но я считаю, что выпускники нашей программы должны быть полезны в любой отрасли. Есть прекрасное французское слово *polytechnique*, политехническое образование, которое предполагает возможность применения твоих навыков в разных областях.

С точки зрения создания научного сообщества, миру есть чему поучиться у российских институтов. Скажем, мы много работали с Бауманкой, там есть молодежный космический центр, и в нем царит замечательная атмосфера: студенты приходят туда после занятий поработать над проектами или просто попить чаю, устраивают летнюю школу. Будем работать над тем, чтобы у нас была такая хорошая теплая

атмосфера, чтобы студенты чувствовали себя как дома.

Когда мои студенты начинают курс, я им даю список обязательных к просмотру фильмов: «Аполлон 13», «Контакт», «Гравитация» — последний фильм хороший, но там столько ошибок! Я даже дал студентам задание составить список неточностей в «Гравитации». Научная фантасти-

ка полезна даже молодым ученым и предпринимателям. Структура космической промышленности сейчас стремительно меняется, благодаря успехам SpaceX и Илона Маска. Новый, коммерческий, космос выходит на орбиту. Сколтех обладает и ресурсами, и интеллектуальными возможностями для разработки и запуска фантастических проектов.

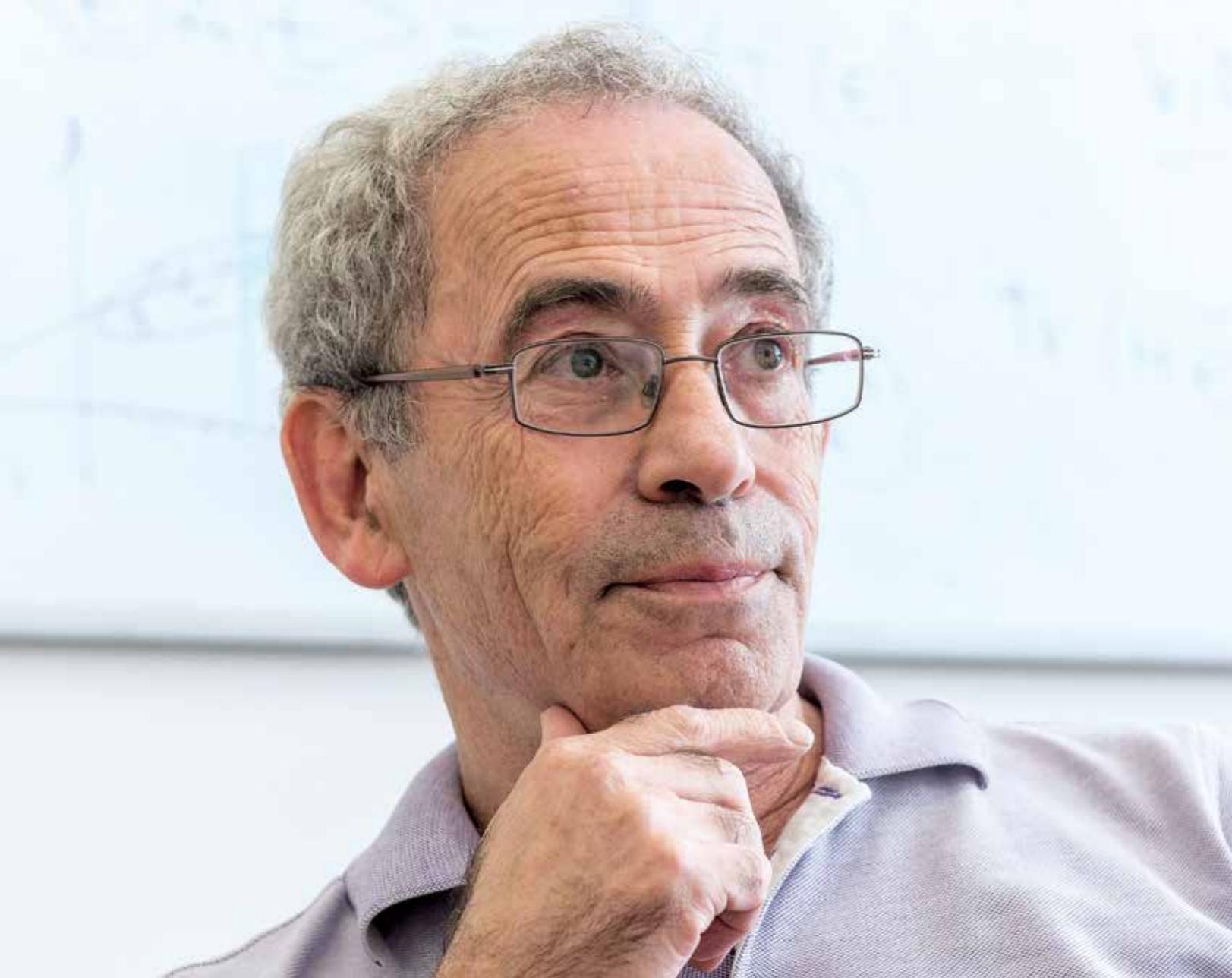
Магистерская программа «Космические и инженерные системы»

Магистерская образовательная программа «Космические и инженерные системы» сочетает в себе изучение общих принципов построения сложных инженерных систем и участие в проектах по созданию спутников, беспилотников и робототехнических систем. Основными принципами обучения являются проектно ориентированный подход и фокус на междисциплинарные исследования на стыке инженерных дисциплин (включая механику, электронику, математическое моделирование) и информационных технологий. В рамках программы студенты активно вовлекаются в создание малых спутников, от разработки миссий до летных испытаний на базе технологий CubeSat. Выпускники программы будут обладать фундаментальными знаниями в области системного проектирования и практическими навыками по созданию сложных систем. По окончании Сколтеха они будут востребованы в ведущих российских и зарубежных промышленных компаниях, работающих в области космических технологий.



**КЛЕМАН ФОРТЕН. ПРОРЕКТОР
СКОЛТЕХА ПО ПРОФЕССОРСКО-
ПРЕПОДАВАТЕЛЬСКОМУ СОСТАВУ**

В высшем образовании настал поворотный момент; будущее за теми вузами, которые смогут совместить различные учебные модели: цифровые, лабораторные, симуляции и традиционные уроки с более высоким уровнем интерактива. Сколтех с этой точки зрения находится в очень выгодном положении, так как мы изначально были основаны на принципах всемирной инициативы CDIO (замысел, разработка, применение, внедрение), одним из создателей которой был наш первый президент Эдвард Кроули. В Космическом центре мы разрабатываем сложные системы. Это фантастические достижения для человечества, но мы не должны забывать об улучшении жизни мужчин, женщин и детей XXI века.



Игорь Кричевер:

//Занятия математической физикой требуют удвоенных знаний//

Руководитель магистерской программы «Математическая и теоретическая физика», директор Центра перспективных исследований Сколтеха Игорь Кричевер рассказывает, как одновременно овладеть и языком физики, и языком математики.

Математическая физика — ядро магистерской программы нашего Центра перспективных исследований в Сколтехе. Современное понимание того, что скрывается за этим названием, сильно отличается от того, что когда-то называлось математической физикой.

О МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ФИЗИКЕ КАК ОБЛАСТИ НАУКИ

Дать краткое и всеобъемлющее определение предмета исследований математической физики трудно, а в силу ее динамичности и просто невозможно. Развитие физики — в первую очередь, физики высоких энергий в конце прошлого века — потребовало для решения стоящих задач использования аппарата таких нетрадиционных областей математики, как алгебраическая геометрия, симплектическая геометрия, топология и даже теория категорий — одна из, казалось бы, наиболее абстрактных областей математики. При этом теоретическая

физика не только использовала новейшие математические теории, она привнесла во многие разделы чистой математики «физическую интуицию» и методы теоретической физики.

Такое взаимовыгодное сотрудничество привело к бурному прогрессу как в самой физике, так и в чистой математике. Поэтому с определенной долей условности можно сказать, что современная математическая физика — это наука, возникшая на стыке физики и математики, в которой происходит взаимопроникающий и взаимообогащающий синтез идей и вырабатываются новые методы исследований как физи-

ческих, так и чисто математических теорий. Занятия математической физикой требуют удвоенных знаний и, что может быть более трудным, владения двумя языками — языком физики и языком математики, а это все-таки разные языки.

ОБ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЕ

Хорошо известно, что легче всего новые языки усваивают дети, и чаще всего билингвы вырастают в семьях, в которых родители говорят на разных языках. Лет десять тому назад в Институте перспективных исследований в Принстоне (Institute for Advanced Studies, IAS) была предпринята попытка «научить математиков физике»: собрали ряд выдающихся математиков, которым ряд выдающихся физиков читали лекции, а затем заставляли их решать задачи. На мой взгляд, наибольшую пользу от этого эксперимента получили аспиранты или совсем молодые постдоки, которые тоже принимали в нем участие.

Наша магистерская программа по математической физике — это попытка создать среду, в которой студенты с самых первых шагов обучаются одновременно двум языкам. Насколько мне известно, за рубежом таких программ нет. В России есть такая программа — на факультете математики Высшей школы экономики. Но конкуренции между этими программами нет — скорее, они дополняют друг друга. Организационно обе программы объединены соглашением между Сколтехом и ВШЭ как единая образовательная программа.

О ПЕРСПЕКТИВАХ

Два года магистратуры — это слишком короткий срок для того, чтобы освоить тот широчайший спектр знаний, необходимых для занятий математической физикой, и полноценно включиться в исследовательскую работу. Поэтому наша магистерская программа строится как первая ступень того, что в западных университетах называется PhD-про-

граммой, второй ступенью которой является аспирантура. Не все захотят и смогут идти до конца, но в этом смысле Сколтех с его мультидисциплинарным подходом является идеальным местом, в котором после окончания магистратуры каждый сможет найти область применения тех знаний, которые он получит. Успешные выпускники нашей магистерской программы могут рассчитывать не только на продолжение учебы в нашей аспирантуре, но и, мы надеемся, окажутся востребованными и в ведущих научных центрах за рубежом.

ОБ ОСОБЕННОСТЯХ ОБУЧЕНИЯ

Программа нацелена прежде всего на подготовку исследователей в области математики, а также дает глубокие познания в математической физике и предоставляет возможность детально изучить фундаментальные модели современной теоретической физики. Предполагается участие студентов в ис-

следовательских проектах вместе с известными специалистами и преподавателями, а также с нашими приглашенными зарубежными коллегами. Планируется, что ряд ведущих зарубежных ученых будут не просто приезжать и читать циклы лекций, а станут полноцен-

ными участниками учебного процесса и будут руководить нашими студентами.

Центром студенческой научной жизни являются обязательные научные семинары и обязательное участие в работе летних и зимних научных школ.

Магистерская программа «Математическая и теоретическая физика»

Ключевым направлением образовательной программы «Математическая и теоретическая физика» являются обязательные научные семинары (в том числе студенческие) и научные школы. Обучение студентов происходит по индивидуальным учебным планам, утверждаемым научным руководителем, которые определяют спектр выбранных учебных курсов в зависимости от конкретного направления научной деятельности студента. Именно акцент на самостоятельную научную деятельность студента дает надежду на быстрый фундаментальный научный, а значит и карьерный рост, что подтверждается богатым опытом наших коллег из Института теоретической и экспериментальной физики, Института теоретической физики им. Ландау, Независимого университета, а также главного партнера Программы — Факультета математики НИУ ВШЭ. Результатом такого обучения является уже признанный на международном уровне высокий уровень наших аспирантов и студентов, перед которыми открыты двери ведущих в мире научных центров по математической физике.



МИХАИЛ СКВОРЦОВ
ДОЦЕНТ, ДИРЕКТОР ЦЕНТРА ФОТОНИКИ
И КВАНТОВЫХ МАТЕРИАЛОВ СКОЛТЕХА

В рамках единой образовательной программы «Математическая и теоретическая физика» можно остановиться на изучении непосредственно теоретической физики. Сохраняя тесную связь с экспериментом, теоретическая физика занимается выявлением и математической формулировкой закономерностей наблюдаемых физических явлений. Целью исследований физика-теоретика является выявление фундаментальных физических законов. Акцент в преподавании теоретической физики сделан на углубленном изучении фундаментальных свойств конденсированного состояния. Эта часть программы реализуется в сетевой форме совместно с МФТИ и Институтом теоретической физики им. Л.Д. Ландау.



Максим Федоров:

//Один из вызовов в науке об искусственном интеллекте — сделать программы многозадачными//

Руководитель магистерских программ «Вычислительные системы в науке и технике» и «Наука о данных», директор Центра по научным и инженерным вычислительным технологиям для задач с большими массивами данных Сколтеха Максим Федоров рассказывает об актуальных задачах науки о данных и об университетах нового поколения.

Сколтех — это университет нового поколения, новая модель высшего учебного заведения, которая совмещает в себе инновации, науку и образование. Он изначально закладывался как уни-

Магистерская программа «Наука о данных»

Двухгодичный образовательный курс, оптимально сочетающий как изучение фундаментальных математических основ анализа данных, так и новых дисциплин, таких как deep learning. Выпускники программы смогут разрабатывать автоматизированные методы анализа больших данных, а также применять их для решения актуальных практических задач. Знание фундаментальных основ и получение навыков, которые необходимы для применения в прикладной сфере, создают выпускникам уникальные возможности для применения знаний и умений в построении научной

карьеры в сфере машинного обучения и анализа данных, или запуска собственного стартапа, или быть востребованными специалистами высокого класса в ведущих компаниях, работающих в IT, финансовом секторе и телекоммуникациях. Так как новые цифровые технологии и технологии анализа данных приходят практически во все отрасли, сколтехи сейчас сильно востребованы за пределами «традиционного круга» компаний с интенсивной IT составляющей: наблюдается постоянный рост спроса на выпускников программы «Науки о данных» со стороны ресурсодобывающего и производственного секторов российской экономики.

верситет нового типа. Поэтому и наш центр — это тоже новая модель, попытка ответа на вызовы XXI века (колоссальный поток информации, который экспоненциально увеличивается с каждым годом, большое количество открытий на стыке различных наук, бурное развитие цифровых технологий и пр.). Это не классический факультет математики или компьютерных наук, а именно междисциплинарный центр науки, образований и инноваций, и мне довольно сложно представить себе прямые его аналоги. В некотором плане это сплав лучшего из того, что мы почерпнули из российского классического фундаментального подхода к образованию в естественных науках и мирового опыта создания инновационных и образовательных центров.

ОБ АКТУАЛЬНЫХ ЗАДАЧАХ НАУКИ О ДАННЫХ

В науке о данных есть несколько основных направлений. Одно из них — это продолжающийся поиск новых методов и технологий анализа и об-

работки данных. Основные успехи в этом направлении сейчас связаны с новыми технологиями машинного обучения (такими, например, как deep learning — глубокое или глубинное обучение). Сейчас у нас есть достаточно большое количество инструментов, которые позволяют для ряда конкретных задач показать очень хорошие результаты, например, в распознавании человеческих лиц. Это задача, которая до недавнего времени считалась сложной, сейчас уже в принципе решена; компьютерные программы стали распознавать лица даже лучше человека, особенно на больших выборках, к тому же у них не возникает усталости.

Но если смотреть с общей точки зрения, то это программы, которые решают одну задачу, хотя и очень сложную. То же самое можно говорить про недавние победы машин над людьми в таких сложных играх, как го и покер. Надо понимать, что в каждом случае это, как правило, программы, решающие одну задачу — победить в той или иной игре. И основная цель

в фундаментальных исследованиях по машинному обучению — многозадачность. Пока нет универсальной программы, которая могла бы, как человек, решать много принципиально различных задач, ведь человек и в игры играет, и распознает лица, и разговаривает, и так далее (более того, человек способен сам научиться решать новые задачи). И это один из основных вызовов в науке об искусственном интеллекте — сделать программы многозадачными.

Другое актуальное направление — поиск новых областей применения тех технологий машинного обучения и анализа данных, которые уже есть сейчас. В этом смысле существует не мной придуманная аналогия с электричеством. В свое время, когда оно появилось и стало массово доступным (то есть была создана инфраструктура, которая передает электричество в большое количество точек), очень много новых вещей родилось просто из идеи, что раз у нас есть какой-то инструмент, давайте его сделаем электрическим: из обычной мясо-

рубки — электрическую, из обычной дрели — электродрель и так далее. В чем-то это приводило к курьезам, в том числе из-за несовершенства технологий, однако, в целом это способствовало созданию более эффективных инструментов.

То же самое сейчас происходит в плане приложений и бизнеса. Имеется довольно большое количество полезных инструментов, основанных на последних достижениях науки о данных, которые можно заточивать под какую-то очень узкую задачу, но которые могут решать эту задачу на уровне человека, а может, даже и лучше. Особенно эффективны такого рода приложения, когда придется иметь дело с очень большими массивами данных, которые человек чисто физически не может обработать. Очень актуальны методы, позволяющие анализировать большие и супербольшие массивы данных и быстро предлагать решения в критических ситуациях. Так, недавно появились очень интересные разработки по быстрому анализу больших

массивов метеорологических данных в режиме реального времени с целью предсказания на очень ранней стадии опасных климатических явлений: ураганов, тайфунов, наводнений и т.д.

Также бурно развиваются приложения машинного обучения в медицине для ранней диагностики различных опасных заболеваний. Это помогает уменьшить количество врачебных ошибок (вспомним, что компьютеры не подвержены усталости, стрессам и прочим факторам) и поднять качество жизни пациентов.

В продолжение биомедицинской темы стоит отметить еще одну перспективную область приложений — поиск новых лекарств с помощью машинного обучения и суперкомпьютерных технологий. По различным оценкам, количество различных молекул, которые могут быть лекарствами (drug-like molecules), может достигать по порядку величины от 10^{23} до 10^{60} , что на десятки порядков превосходит количество известных молекул на сегодняшний день (10^8). Понятно,

Компьютерные программы стали распознавать лица даже лучше человека, особенно на больших выборках, и к тому же у них не возникает усталости



Мы готовим визионеров, людей, которые в состоянии предсказать, в каком направлении будут развиваться наука и промышленность через 10, 20 и 50 лет

что синтезировать все возможные соединения и проверить их свойства не представляется возможным, даже если бы в нашем распоряжении были миллиарды лет. И тут на помощь приходят технологии, которые находятся на стыке суперкомпьютерного моделирования и машинного обучения.

Основная идея в том, что на суперкомпьютере моделируется большое количество ранее неизвестных соединений, из которых затем программы, предварительно «обученные»

на реальных соединениях, выбирают только те, которые с большой вероятностью могут обладать требуемыми лекарственными свойствами. Таким образом, количество трудозатрат на поиск новых лекарств можно снизить на порядки и, более того, найти принципиально новые лекарства с улучшенными свойствами: низким количеством побочных эффектов, высокой действующей способностью и так далее.

О МИРОВЫХ ЦЕНТРАХ ИЗУЧЕНИЯ ДАННЫХ

Вычислениями и наукой о данных занимается огромное количество людей по всему миру, это очень популярная тема. Среди учреждений, схожих с нашим, можно назвать британские Институт науки о данных при Имперском колледже Лондона, Национальный вычислительный центр в Эдинбурге — там очень интенсивные образовательные программы по разным направлениям, магистерская, аспирантская подготовка, включающая и анализ данных, и вычисления.

Есть еще большой вычислительный центр в Юлихе, в Германии — там тоже и вычисления, и big data, и наука о данных, а кроме того, готовят аспирантов из близлежащих университетов по этим направлениям.

В мире, конечно, большую роль играют MIT, Стэнфорд, университет Беркли, а также исследовательские институты Google и Facebook. Но если мы берем организации, направленные только на исследования, то там очень не хватает сильной образовательной составляющей. Можно взять для примера Общество Макса Планка (Германия), которое является одной из лучших мировых научных организаций. Оно включает в себя порядка 70 институтов, и некоторые из них, например, институт информатики, похожи по организации и поставленным задачам на наш центр, но там нет образовательных элементов (скажем, там формально нельзя получить PhD). А у нас некий сплав образовательных и научных компонентов плюс инновации. Нечто подобное сейчас пытаются со-

Магистерская программа «Вычислительные системы в науке и технике»

Двухгодичный образовательный курс, направленный на освоение студентами знаний и умений в области разработки и применения алгоритмов научных вычислений для приложений, актуальных для высокотехнологичной промышленности. Учебная программа включает в себя разделы в изучении инжиниринга высокого уровня (высокопроизводительные вычисления, современное программное обеспечение моделирования и т. д.) с углубленным преподаванием основ вычислительной науки. Перед выпускниками программы открываются возможности быть задействованными в научно-исследовательском проекте, запустить свой стартап или стать востребованными специалистами в сфере инженерного проектирования и моделирования в области авиастроения, нефтегазовой отрасли, предприятий сферы телекоммуникационных технологий, наукоемких фармакологических или биотехнологических компаний.

здать в Сингапуре, Южной Корее и других странах.

В модели Сколтеха также привлекательным является то, что это попытка готовить именно лидеров инновационного технологического сектора, которые, с одной стороны, понимают научную и техническую составляющую, а с другой стороны, обладают качествами инноватора и лидерскими качествами. Безусловным преимуществом, конечно, является наличие колоссального технологического и культурного фундамента российской науки. Когда мы в своих программах показываем, на кого равняемся, то выделяем две категории. С одной стороны, это MIT, Стэнфорд, Беркли, МГУ, МФТИ, то есть вузы с долгой и славной историей, со сложившимися традициями, и на какие-то показатели их деятельности мы равняемся — в плане публикаций, фундаментальных разработок и так далее. Но с другой стороны, мы также сравниваем себя и с новыми университетами в Европе (например, Университет Якобса в Бремене), новыми

университетами в Юго-Восточной Азии, Китае, Сингапуре и на Аравийском полуострове (например, Университет Короля Абдуллы в Саудовской Аравии). Но, как я уже сказал, уникальность Сколтеха в том, что мы все-таки создаем новый университет не в пустыне, а на прочном научном фундаменте, заложенном нашими коллегами, нашими предками.

О СТУДЕНТАХ СКОЛТЕХА

Мы готовим чемпионов. Задача Сколтеха — готовить элиту в области науки и инноваций. Наш успешный выпускник — это квалифицированный, с точки зрения науки и технологии, человек, но при этом у него еще есть четко выраженные лидерские, управленческие и инновационные качества. Мы также готовим визионеров — это люди, которые в состоянии предсказать, в каком направлении будут развиваться наука и промышленность через 10, 20 и 50 лет, и обоснованно принять соответствующие решения (например, в какие технологии вкладывать

средства, каких специалистов готовить для решения будущих технологических задач, каким образом подготовить технологическое перевооружение той или иной отрасли и так далее).

По любым меркам, мы небольшой вуз, и не планируется, что когда-то Сколтех станет очень большим, поэтому наша задача — готовить небольшое количество очень квалифицированных специалистов с широким набором различных умений и навыков. Мы готовим как минимум начальников отделов, которые через несколько лет станут, например, советниками президентов компаний по науке и технологиям. Это наш основной контингент и направление подготовки. Таким образом, мы нацелены на подготовку будущих технологических лидеров для ведущих отраслей экономики. Ну и, конечно, не забываем о науке. Значительная часть наших выпускников собирается оставаться в науке, и те ребята из прошлых выпусков, которые решили начать научную карьеру, уже показывают очень неплохие результаты.

ПРЯМАЯ РЕЧЬ



АНДЖЕЙ ЧИХОЦКИЙ
ПРОФЕССОР СКОЛТЕХА

Образовательная программа Центра по научным и инженерным вычислительным технологиям для задач с большими массивами данных тесно связана с новейшими исследованиями в области искусственного интеллекта, машинного обучения и в особенности глубокого обучения. Новые приемы в области AI и ML сделали возможным быстрый прогресс в области разработки

новых практических глубоких нейронных сетей (DNN). Это может привести к созданию новых машин, которые превзойдут человека в решении сложных, но узких задач, таких, например, как распознавание лиц и ранняя диагностика некоторых заболеваний.

Машинное обучение принесло в последние годы огромные изменения, но мы все еще далеки от того, чтобы машина сравнялась с человеком в выполнении широко определяемых задач. Машине зачастую по-прежнему требуется помощь человека, чтобы выполнить определенные задачи. Мы надеемся, что наши студенты, пройдя интенсивный курс ML, смогут разработать новое поколение умных машин, которые принесут пользу человечеству, особенно в биомедицинской сфере.



Алексей Черемисин:

//Это нормальная практика, когда компания выбирает лучшие кадры и готовит их чуть ли не со школьной скамьи//

Заместитель директора по экспериментальным исследованиям Центра добычи углеводородов Сколтеха — о программе «Нефтегазовое дело».

Нефтегазовый центр, центр добычи углеводородов Сколтеха, мы создавали в 2014 году. Миссия нашего центра — подготовка специалистов и создание технологий мирового уровня для добычи трудноизвлекаемых и нетрадиционных запасов углеводородов, включая новые методы повышения нефтеотдачи, тех-

нологии добычи тяжелой нефти, сланцевой нефти и углеводородов арктического шельфа.

Магистерская программа по нефтегазовому делу разработана ведущими международными и российскими университетами, мировыми лидерами в своей исследовательской и преподавательской области. Например, группа профессора Гордона Мура из университета Калгари, мировой лидер в области тепловых методов увеличения нефтеотдачи, разработала блок курсов по современным методам в данной области. Университетом им. Хэриота и Уатта (Heriot-Watt University) в Эдинбур-

ге создан блок курсов по газовым гидратам, методам разработки газогидратных отложений и методам борьбы с гидратообразованием при добыче и транспортировке углеводородов. В этой же связке были ведущие российские вузы и научные институты: Башкирский государственный университет, Институт физики земли им. Шмидта РАН, Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. Трофимука СО РАН и другие. Таким образом, образовательная программа нашего центра синтезировала опыт ведущих групп и профессоров университетов и институтов Канады, Великобритании,

США, Европы и России.

Также особенностью нашей программы является объединение достижений науки в различных областях знаний: фактически программа курсов каждого студента формируется индивидуально и студент имеет возможность получить необходимый набор компетенций, комбинируя курсы нашего центра и других Центров науки, образования и инноваций Сколтеха (CREIs).

Мы разделили программу на два направления. Первое направление — это разведка и разработка трудноизвлекаемых и нетрадиционных запасов углеводородов: сейчас нужны новые специалисты, способные проводить междисциплинарные исследования и создавать инновационные технологии разработки трудноизвлекаемых и нетрадиционных запасов.

Второе направление — моделирование и анализ данных в нефтегазовой индустрии. Это новое направление в нефтегазовой индустрии, которое начинает активно развиваться в мире. Подготовка специа-

листов ведется совместно со сколтеховским Центром по научным и инженерным вычислительным технологиям для задач с большими массивами данных.

Еще одна особенность нашей программы в том, что у нас нет штатных преподавателей. Есть профессора со всего мира, которые проводят исследования в своей области, являются в ней лидерами, — и они же преподают курсы и руководят исследовательскими проектами студентов. Студенты имеют возможность выполнить часть исследований в ведущих лабораториях мира в рамках программы академической мобильности. Мы активно разрабатываем программы обмена студентами и двойных дипломов с университетами мира; так, например, в 2016 году подписано и реализуется соглашение об обмене студентами с Французским институтом нефти (Institut Français du Pétroleum, IFP). Преподавание в Сколтехе ведется на английском языке и студенты постоянно возвращаются в международной среде. Уникальная лаборатория наше-

го центра позволяет студентам проводить исследования на самом современном оборудовании. Большинство проектов наших студентов сделано в сотрудничестве с российскими нефтегазовыми и сервисными компаниями, а также со стартапами, резидентами фонда «Сколково» и других инновационных центров России.

Для развития программы мы хотим сотрудничать с индустрией, привлекать ведущих специалистов компаний в преподавание. Студенты должны быть готовы к решению актуальных задач индустрии. Также мы ведем активный диалог с российскими и зарубежными компаниями о так называемом опережающем обучении, когда компания начинает готовить специалистов с опережением на несколько лет. За рубежом это нормальная практика, когда компания выбирает лучшие кадры и готовит их заранее, чуть ли не со школьной скамьи. В России некоторые компании это делают, но не систематически.

У наших студентов есть программа индустриальной практи-

ки, которая подразумевает работу над реальным проектом во время летних каникул. Специалисты компании совместно с профессорами Сколтеха разрабатывают индивидуальные или групповые проекты, которые студенты могут выполнить в течение двух месяцев. Среди основных требований к индустриальной практике — выполнение реального проекта и защита

результатов перед специалистами и руководителями индустриального партнера.

В России в целом и в нефтегазовой отрасли в частности не хватает предприятий малого и среднего бизнеса. Одна из задач Сколтеха — растить инноваторов, которые способны запускать свой бизнес либо открывать новые направления в рамках корпоративных R&D-стратегий.

Магистерская программа «Нефтегазовое дело»

Магистерская программа Сколтеха в области нефтедобычи уникальна тем, что готовит студентов на базе новейших исследований, технологий и их практического применения в нефтегазовой индустрии. Программа также предоставляет возможности для развития необходимых навыков в области инноваций, предпринимательства, коммуникаций и менеджмента. Студентам предоставляется возможность пройти практику в ведущих российских нефтегазовых компаниях и в зарубежных университетах. Программа разработана в тесном сотрудничестве с российскими нефтегазовыми компаниями, сотрудниками Сколтеха и ведущих университетов России, Европы, США, Канады и Великобритании для подготовки выпускников, готовых к современным вызовам индустрии. Студенты имеют возможность проводить исследования в научно-исследовательской лаборатории мирового уровня на самом современном оборудовании.



ГОРДОН МУР, ПРОФЕССОР СКОЛТЕХА И ФАКУЛЬТЕТА НЕФТЕГАЗОВОГО ДЕЛА УНИВЕРСИТЕТА КАЛГАРИ

Сколтех располагает лабораториями мирового уровня для исследований в области методов увеличения нефтеотдачи, магистранты имеют возможность проводить эксперименты на самом современном оборудовании. Магистерская программа Сколтеха в области нефтедобычи готовит студентов в контексте новейших исследований, технологий и их практического применения в индустрии. Программа также предоставляет возможности для развития необходимых навыков в области инноваций, предпринимательства, коммуникаций и менеджмента. Студентам предоставляется возможность пройти практику в ведущих российских нефтегазовых компаниях.



Михаил Чертков:

//Мне нравятся наши студенты — универсальные, обученные, желающие и умеющие учиться//

Профессор Центра энергетических систем Сколтеха, руководитель магистерской программы рассказывает, как его студенты проектируют энергосети будущего.

О МУЛЬТИДИСЦИПЛИНАРНОСТИ

Казалось бы, в России есть энергетические институты, которые поставляют специалистов для энергетической отрасли. Возникает вопрос — зачем Сколтеху такая программа? Мы в Сколтехе, занимаясь энергетикой, гораздо больше сфокусированы на исследованиях, использующих современные информационные технологии. К тому же мы не ограничиваем себя только электричеством, а

занимаемся тепловыми сетями, газовыми, энергетическими сетями в целом.

Сети — это гораздо больше, чем отдельно взятая станция или потребитель. Нарисуйте на карте России все электрические линии, газовые сети, теплосети и спросите себя, как правильно, т.е. надежно, без перебоев, этими зависимыми друг от друга сетями управлять. А ведь системы не просто содержат миллионы деталей, они подвержены внешним влияниям и внутренним неопределенностям. И с внедрением новых источников, запасников и потребителей энергии, которые взаимодействуют друг с другом, реагируют на цены и погоду, требования к бесперебойному управлению будут только ужесточаться.

ребойному управлению будут только ужесточаться.

Цель энергетической программы Сколтеха — вырастить новое поколение исследователей, готовых ответить на этот сложный вызов. Наши студенты делятся на три категории по «происхождению». Есть энергетики, которые пришли из МЭИ, Бауманки, Института нефти и газа, закончили энергетические факультеты в Новосибирске, Иркутске, Санкт-Петербурге. Наш типичный студент-энергетик — квалифицированный инженер, но без навыка исследовательской работы. Вторая категория — физики-исследователи, которым пока не хватает знаний об энергетиче-

ских системах. Прикладные математики, обученные современным компьютерным и вычислительным технологиям, — наша третья студенческая категория. Те, кто приходят к нам как энергетики, изучают программирование, моделирование, оптимизацию гораздо глубже, чем они это делали раньше как инженеры. Физики и прикладные математики штудируют инженерные науки. В итоге эти три типа студентов становятся универсальными специалистами, хотя у каждого остается свой стиль. Наши профессора-исследователи тоже, кстати, разного научного происхождения. Например, я — физик.

Управление сетями, оптимизация, компьютерные технологии, машинное обучение в сочетании со знанием физики, того, как электричество течет по проводам, а газ и тепло по трубам, — все это в комбинации формирует нашу уникальную специализацию — интеллектуальные (умные) сети. Такому «супу» нигде в России не учат.

Да и для мира в целом это новая специализация.

Первый курс, который я разработал для Сколтеха, введение в электрические сети, нацелен на математиков и физиков. Также я подготовил курс по стохастическому моделированию и вычислениям и мини-курс по графическим моделям. Эти два курса общие, их слушают студенты со всего Сколтеха, не только энергетики.

Как директор энергетической программы я также занимаюсь планированием новых курсов. В частности, сейчас я готовлю аспирантский курс, посвященный моделированию, управлению и планированию взаимозависящих электрических, газовых и тепловых сетей, который обещает быть уникальным, — такого нет пока больше нигде в мире.

О СТУДЕНЧЕСКИХ ПРОЕКТАХ

Все наши магистранты проходят индустриальную практику и зачастую продолжают исследовательскую работу с нашими индустриальными партнерами из Новосибирска, Мо-

сквы, Петербурга и Иркутска. Приведу пример моего аспиранта Володи Фролова. Его проект — про планирование энергетических сетей будущего, лет на 20 вперед. Это сложная оптимизация, большие вычисления, умные алгоритмы. Володя — физик по образованию, принятый в первой когорте, — за пять лет в Сколтехе вырос в одного из лидеров этого исследовательского направления в мире. Публикует статьи, написал уникальный пакет программ. Его приглашают на элитные специализированные конференции. Например, в конце августа он сделал специально отобранный доклад на международном семинаре IREP 2017 в Порто. Доклад вызвал очень положительный резонанс и предложения к сотрудничеству со стороны международных индустриальных партнеров. Это только один пример.

В целом, мне нравится то, что происходит в Сколтехе. В первую очередь, нравятся наши студенты — универсальные, обученные, желающие и умеющие учиться. Мне с ними

интересно. Я ожидаю, что в ближайшие несколько лет наши студенты будут вести государственные и частные, прикладные и теоретические проекты, преподавать и руководить исследовательскими программами в Сколтехе и в других университетах. Во-вторых, мне нравится мультидисциплинарный подход, зало-

женный в идею Сколтеха в целом и нашего центра в частности. В России этого никогда не было, доминировали узкие специализации. Да и в мире подобных моделей немного — небольших graduate school, которые сфокусированы на переходе от фундаментальной науки к прикладной, раз два и обчелся.

Магистерская программа «Энергетические системы»

Магистерская программа «Энергетические системы» — двухгодичный образовательный курс, нацеленный на овладение дисциплинами и навыками, необходимыми для научно-исследовательской деятельности в области оперативного управления и планирования энергетических, т.е. электрических, газовых и тепловых, магистральных и распределительных систем, а также приложений этих знаний в наукоемких индустриальных проектах. Основная концепция нашей программы заключается в комбинировании современных теоретико-инженерных дисциплин, таких как оптимизация, управление, статистика, прикладная математика и физика, вычислительных и информационных технологий, машинного обучения и обработки данных, с прикладными задачами современной энергетики. Цель программы — в подготовке специалистов, которые станут научными и технологическими лидерами, способными разрабатывать и внедрять новые методы и технологии энергетических систем будущего.



**ЯНУШ БИАЛЕК, ПРОФЕССОР СКОЛТЕХА,
ЗАМЕСТИТЕЛЬ ДИРЕКТОРА ЦЕНТРА
ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

Энергетические системы — это междисциплинарный предмет, который сочетает знание из области инженерии (электрические, газовые и тепловые сети, их устройство и эксплуатация), математики (оптимизация, анализ операций), экономики и многих других областей. Соответственно, в Сколтехе мы предлагаем гибридную программу с двумя основными уклонами: математическим и инженерным. Мы стремимся готовить универсальных специалистов, которые разбираются как в инженерном деле, так и в более формальных математических аспектах дизайна и эксплуатации энергетических систем.

Почему я выбрал Сколтех?

Студенты-первокурсники делятся первыми впечатлениями



Константин Чукреев

— Я хочу идти в науку. Сколтех как раз такое место, где понимаешь, что здесь есть смысл идти в науку: профессора дают тебе сильную мотивацию. Наука — это интересно! А когда есть возможность делать то, что тебе интересно, — это круто. Меня интересуют биоинформатика, анализ данных, машинное обучение. Я очень надеюсь, что через два года что-то уже удастся сделать, показать первые результаты. Если коротко: поиск новых алгоритмов, новых методов, анализ данных в биоинформатике — вот чем я хочу заниматься. Это сейчас «жила»!



Анастасия Колоскова

— Я выбрала для поступления магистратуру Сколтеха по направлению data science по рекомендации моего научного руководителя Максима Панова и по отзывам тех ребят, кто уже здесь учится. Потом

я погуглила, поняла, что программа состоит из хороших курсов, очень сильный профессорско-преподавательский состав. Решила поступать и поступила. Родители меня в моем выборе поддержали.

Дмитрий Федоряка

— Очень надеюсь, что моя давняя, еще школьная мечта, здесь сбудется: всегда хотел заниматься искусственным интеллектом и, в частности, глубокими нейронными сетями. Знаю, что в Сколтехе есть специальные курсы по нейронным сетям: очень хочу поработать с такими профессорами как Виктор Лемпицкий, Евгений Бурнаев. Что удивительно: на собеседовании меня прямо спросили: «Хотите ли вы заниматься глубокими нейронными сетями»? И я понял, что мне точно сюда.





Артем Филатов

— Я решил поступать на магистратуру в Сколтех по направлению data science, так как здесь лучшие профессора в области наук о данных. Очень хочу пройти курс численной линейной алгебры у Ивана Оселедца, поучиться у профессора Владимира Спокойного. И вообще в Сколтехе отличные возможности заниматься наукой, писать статьи. И, что очень ценно, — большая свобода в плане науки.

МАСТЕРСКАЯ БУДУЩЕГО

Александрос Адамис

— Сколтех — отличный институт, далекий от стереотипов. Здесь сочетают науку на теоретическом и экспериментальном уровне с тем, как трансформировать идеи в продукты и отвечать на реальные запросы людей. Здесь очень дружелюбные студенты, у них отличное чувство юмора, они полны смелых идей. И студенты, и профессора являются частью сообщества, как живой организм, и вместе мы каждый день стараемся сделать Сколтех еще лучше и прекраснее.



Тинаше Принц Мавица

— В Сколтехе я могу работать с лучшими из лучших, специалистами в разных областях. Мало где в одном месте найдется столько блестящих умов. Это редкая возможность — познакомиться с людьми с таким образом мышления. В технологический век все науки сходятся в одной точке, и те, кто этого не поймет, рискуют упустить момент.



Дария Шатько

— Сначала я хотела поступать в Вышку, но потом всерьез заинтересовалась Сколтехом, погуглила и поменяла решение. Во-первых, мне понравилось, что обучение на английском. Во-вторых, изучая магистерские программы Сколтеха, я поняла, что мои интересы далеки от темы моей дипломной работы — теории и уравнений, от квантовой механики, а ближе к материалам: новая тема мне интересна своими обширными приложениями. Меня привлекает именно прикладной эффект: находишь что-то интересное, проводишь эксперимент, потом применяешь это в инженерии, — короче, это здорово! И фотоника. Это и материалы, и сложные теоретические темы, и перспективы интересных новых проектов. В рамках этой магистерской программы, при желании, я смогу реализовать себя и в фундаментальной науке, и в прикладной сфере.



«Мастерская Сколтеха родилась в 2013 году. Тогда это были 15 м², на которых студенты разбирали электронные устройства и собирали простые прототипы. По сравнению с большими исследовательскими центрами она была едва заметна. Мы упорно работали, чтобы доказать нашу ценность для института, и получали все растущую поддержку от ректора. Сейчас мы разрослись до 700 квадратных метров сложных устройств и помогаем предпринимателям из Сколтеха, студентам и профессорам делать прототипы. В будущем мы надеемся создать полноценный технологический инкубатор — брать новые идеи и выращивать из них продукты и компании».

БРЕНДАН СМИТ
ГЛАВНЫЙ ИНЖЕНЕР ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ
ЛАБОРАТОРИЙ

Модель для сборки





Помидоры космического масштаба

«Цель моей PhD-работы — внести значимый вклад в прецизионное сельское хозяйство в России, а именно я планирую разработать методологию для предсказания динамики роста растений, основываясь на математическом моделировании и с использованием статистических данных. Эта тема сегодня очень актуальна как в рамках фундаментальных исследований, так и с точки зрения коммерческого применения результатов. Все больше сельскохозяйственных компаний привлекают новейшие разработки и алгоритмы из области информационных технологий для увеличения урожая и для улучшения качества продукции. С другой стороны, это исследование важно также для разработки и контроля систем жизнеобеспечения, к примеру, для космических аппаратов. Новизна моей работы состоит в том, что я планирую улучшить точность и увеличить временные рамки прогноза. Мне удалось провести эксперименты для получения большого количества данных, описывающих динамику роста растений, первые результаты их обработки оказались многообещающими. Мой научный руководитель — проректор Сколтеха Руперт Герцер».

ДМИТРИЙ ШАДРИН
АСПИРАНТ КОСМИЧЕСКОГО ЦЕНТРА СКОЛТЕХА

Дмитрий Тетерюков:

// Страна с малой плотностью населения и огромной территорией должна быть максимально автоматизирована //

Руководитель лаборатории интеллектуальной космической робототехники Сколтеха рассказывает о том, над какими проектами работают магистранты и аспиранты в его лаборатории и что нужно, чтобы попасть в их число.

Какие направления исследований в робототехнической области вы считаете наиболее важными на сегодняшний день и какие из них развиваются в Сколтехе?

Важнейшим направлением робототехники стала автоматизация предприятий, переход к так называемой «Индустрии 4.0». Она призвана повысить эффективность производств и уменьшить число ошибок, связанных с человеческим фактором. В «Индустрию 4.0» входит несколько поднаправлений. Первое — мобильные роботы. Например, знаете ли вы, что количество роботов в Amazon Robotics (ранее Kiva Systems, производитель

мобильных роботов для транспортировки заказов на складах Amazon. — Прим. ред.) с 2015 года увеличилось на 50% — с 30 до 45 тысяч штук. Эффективность складских операций при этом выросла на 20%.

Наша лаборатория взаимодействует по этому направлению со сколковской компанией RoboCV. Сейчас часть магистрантов задействована в работе над системой PickToGo для больших складов. Задача заключается в том, чтобы автоматизировать набор паллет с товарами на складах. Решение нетривиально — оно включает в себя и компьютерное зрение, и манипуляторы на мобильной платформе, и разработку мобильного робота, и прочие составляющие. Си-

стема должна работать автономно. К слову, мобильные роботы, используемые Amazon, — это не автономная система, она выполняет задания, перемещаясь по заранее заданным маршрутам и используя навигацию по магнитным маркерам.

Есть также направление, связанное с цифровыми фабриками. Направление связано с автоматизацией большей части процессов на предприятиях: роботы в системе автоматизации становятся не просто машинами, которые выполняют операции, — они должны учиться сами и адаптироваться под обстоятельства реального времени. В лаборатории мы ведем проект, связанный с этим направлением, — по утилизации мобильных

телефонов. Он проходит в рамках гранта The Next Generation Program для совместных исследовательских проектов между Сколтехом и MIT. Это два направления, которые я считаю наиболее востребованными как прикладные.

Очень перспективно направление беспилотников. С развитием сельского хозяйства в России они должны стать более востребованными. Определение индекса роста растений, болезней, автоматизация распылений пестицидов — эти задачи можно решить с помощью беспилотных летательных аппаратов. Еще одна зона их применения — освоение Арктики и автоматизация навигации судов на Северном морском пути.

Есть ли интерес к роботам, которые взаимодействуют непосредственно с людьми? Какие-то подвиги в этом направлении?

Два новых направления, которые мы запустим в ближайшее время, — это лаборатория коллаборативной робототехники и лаборатория виртуальной реальности. По коллаборативному направлению у нас будут лучшие роботы — Universal Robotics, KUKA, Fanuc — качественные и самые современные. Вторая лаборатория — виртуальной реальности и тактильных интерфейсов — будет поменьше, но в ней будут представлены все современные хаптические платформы и высокоточная система захвата движения.

Лаборатория в Сколтехе будет работать, в том числе, над созданием тактильных интерфейсов, которые помогают человеку погружаться в виртуальные пространства. Это применимо, например, в медицинской сфере: когда проходит «репетиция» операции, надо чувствовать сопротивление тканей, прикосновение объекта, текстуру. В виртуальной реальности

для этого используются тактильные интерфейсы.

Стартапы, зарождающиеся в Сколтехе, получают какую-то поддержку фонда «Сколково»?

Конечно. В сфере робототехники мы взаимодействуем в основном с двумя кластерами «Сколково» — аэрокосмическим и ИТ. Стартапы, которые появляются у нас, получают, в первую очередь, экспертную поддержку фонда. Сейчас два стартапа прошли предварительный этап подготовки и подают заявки на статус резидентов фонда. В этом есть логика — наши стартапы остаются внутри экосистемы.

Есть ли в вашей лаборатории иностранные студенты, и если да, откуда они, почему выбрали Сколтех?

Есть студенты из Индии, из Сербии, из Ирана, из Испании, из Коста-Рики. География очень пестрая. Количество заявок от иностранных студентов превосходит количество российских.

Сейчас я планирую отправить в MIT на практику двух магистрантов. Сколтех стал работать с MIT именно по научным направлениям, а не просто по образовательным.

Мы активно развиваем программы с ведущими европейскими университетами: в этом году отправляем одного из аспирантов в Аэрокосмический центр DLR под Мюнхеном, там находится одна из лучших в мире лабораторий робототехники. Программа международной академической мобильности студентов развивается вполне успешно.

С кем из мировых вузов сотрудничает Сколтех в области робототехнических исследовательских проектов?

По цифровым фабрикам — созданию новых роботов и систем управления этими роботами, систем компьютерного зрения — мы сотрудничаем с MIT. С DLR будем вести работы по стратосферным беспилотникам — очень интересное направление. Также мы работаем с японским университе-

том электрокоммуникаций по тактильным интерфейсам. С Японией мы сотрудничаем и по медицинским проектам. Отмечу отдельно, что лекции по робототехнике у нас читают профессора с мировыми именами. Пять лекций на курсе «Динамические системы управления» прочитал профессор Камаль Юсеф-Туми из MIT, обладатель 30 патентов и автор книги о создании роботов с прямым приводом. К нам приезжал вести лекции из Японии профессор Хироюки Кодзима из университета электрокоммуникаций в Токио.

Какие цели вы ставите в профессиональной области лично перед собой?

Я приехал в Россию с мечтой: создать успешную в России лабораторию, воспитать студентов, которые могли бы развить это направление по всей стране, а не только в Москве. Страна, в которой малая плотность населения, но огромная территория, должна быть максимально автоматизирована.



Команда студентов Сколтеха ReSET, занявшая первое место на национальном этапе робототехнического конкурса Евробот в 2016 и 2017 годах



Владимир Спокойный:

//Начинают отмирать целые области человеческой деятельности//

В 2017 году Сколтех и НИУ ВШЭ открывают прием на магистерскую программу «Статистическая теория обучения», которая будет готовить студентов к научной деятельности на стыке математики и компьютерных наук. Руководитель программы, профессор Сколтеха Владимир Спокойный рассказал о том, для кого она предназначена и чему должна научить.

С чего началась магистерская программа Сколтеха и НИУ ВШЭ? Два года назад мы запустили магистерскую

программу в Высшей школе экономики, на факультете компьютерных наук. Программа называлась «Математические методы оптимизации и стохастики». Эта программа была ориентирована на подготовку специалистов в науке о данных с углубленным изучением математических дисциплин, таких как оптимизация, статистика, стохастический анализ. С этого года на базе разработанной в ВШЭ программы мы запустили уже совместную — Вышки и Сколтеха. Наша основная цель — предложить студентам полный спектр курсов, покрывающих современную теорию статистического обучения. На выходе, через два года, мы рассчитываем получить специалистов высокого

уровня в одной из самых востребованных областей знаний.

Почему вы считаете, что эта область настолько востребована?

Теория машинного обучения, искусственного интеллекта — это динамично и даже бурно развивающиеся области современной науки. Если раньше во главе угла находились финансы, биоинформатика, то теперь все обратилось к теме искусственного интеллекта. Вдруг выяснилось, что этим занимаются сотни тысяч людей, возможно, даже миллионы, но все это относится к решению каких-то специфических инженерных задач. А специалистов, которые понимают математическую сущность

В СОТРУДНИЧЕСТВЕ

В настоящее время Сколковский институт науки и технологий реализует магистерские программы в сетевой форме с Московским физико-техническим институтом (МФТИ), НИУ «Высшая школа экономики» (НИУ ВШЭ), Казанским федеральным университетом (КФУ), Дальневосточным федеральным университетом (ДВФУ), Балтийским федеральным университетом (БФУ).

Совместные образовательные программы (программы «двойного диплома») реализуются с Новосибирским государственным университетом (НГУ) и Санкт-Петербургским государственным университетом аэрокосмического приборостроения (ГУАП).

В 2018 году планируется к запуску магистерские программы в сетевой форме с Южным федеральным университетом (ЮФУ) и Сургутским государственным университетом (СурГУ).

этой науки, очень мало. Курсы по теории статистического обучения уже существуют в разных местах. Это Беркли, Стэнфорд, университеты Парижа, Берлина и другие научные центры. Мы, следуя этой волне, решили открыть такую программу в России. И очень надеюсь, что она вызовет большой интерес у сильных студентов из разных вузов России.

Какой бэкграунд и какие знания должны быть у студентов, чтобы попасть в программу?

Отбор серьезный. Нормальным бэкграундом мы считаем уровень вузов, из которых набираем студентов. То, чему учат в НИУ ВШЭ на факультете компьютерных наук или факультете математики, в Физтехе на факультете управления и прикладной математики, на ВМК и мехмате МГУ. Ничего суперспециального не требуется, но курсы матанализа, линейной алгебры, функционального анализа, теории вероятности, статистики требуется знать если не в совершенстве, то на очень хорошем уровне. Потому

что если человек не владеет понятийным базовым аппаратом, ему на нашей программе делать нечего.

Сколько курсов в программе?

Мы составили список курсов по трем градациям: обязательные курсы, полубязательные — которые можно выбирать, а также факультативные курсы, включая те, которые читают приглашенные профессора. Всего в списке 28 курсов, разбитых по этим трем категориям. Думаю, любой студент сможет собрать набор по своим интересам. Надо закрыть обязательное количество курсов, а посещать можно их неограниченное количество. Образование построено так, что мы в начале даем студентам посетить один или два вводных курса — что-то вроде погружения. А уже потом начинается настоящий хардкор.

Это все теория или есть и практические курсы?

Совершенно понятно, что теоретические курсы должны быть, но далеко не все курсы должны быть теоретиче-

скими. У нас в этом смысле широкий спектр. Есть курсы очень теоретические, а есть вполне практические. Но обязательными являются именно теоретические курсы — это и современная статистика, и методы вычислительной линейной алгебры, и методы оптимизации. Это те основы, которые должен знать любой специалист, занимающийся современной теорией машинного обучения и искусственного интеллекта. Дальнейшее зависит от выбранной специализации.

В нашей концепции любой студент должен сразу или довольно быстро найти себе индивидуального руководителя, который будет вести его во время всей магистерской программы. Мы разрабатываем список тем и предложений для студентов, где рассказываем, чем занимается каждый из профессоров и к чему можно присоединиться. Кроме того, мы организовываем семинары по различным тематикам. Сейчас у нас четыре таких семинара, включая теорию оптимального транспорта — самый математический, или глубокое обучение ней-

ронных сетей — самый прикладной. Цель таких занятий — вовлечь студентов в активную работу.

У студентов есть возможность пройти стажировку на Западе. У нас хорошие партнерские отношения с университетами Берлина, Парижа, Гренобля, возможны стажировки в Кембридже, Массачусетском технологическом институте, Беркли, Стэнфорде. Впрочем, к любым стажировкам мы относимся очень серьезно, и не будем отправлять студента, если сочтем, что это неэффективно. Мы надеемся на плодотворное сотрудничество с ведущими специалистами по теории машинного обучения со всего мира. Я уже получил принципиальное согласие целого ряда ученых, они готовы приехать и читать специальные курсы в рамках нашей программы.

К каким именно работам и исследованиям могут присоединиться студенты магистерской программы?

Тут можно привести много примеров. Одна из тем, которой я сейчас зани-

Технологическая революция, которая нас ждет, полностью основана на науке о данных. В ряде областей компьютер уже эффективнее человеческого разума. Очень важно, чтобы человек во всем этом не потерялся



маюсь, — кластеризация. Очень интересная задача — кластеризация многомерных данных. Представьте, что у вас есть данные любого типа: медицинские записи, видео, тексты, любые. И их нужно разбить на группы однородных объектов, они называются кластерами. Эта задача встречается в колоссальном числе приложений. Есть тысячи алгоритмов. Но теории очень мало, вплоть до того, что никто не знает, что такое кластер. Данные малой размерности можно визуализировать и разбить на кластеры вручную. Но для реальных многомерных данных очень трудно предложить состоятельный и стабильный метод. Этой тематикой мы сейчас занимаемся. Родственная тематика — обучение по частично размеченным данным.

Это лишь несколько математических задач, но есть и вполне прикладные проекты, которые мы вели и ведем с разными компаниями.

С кем, например?

Недавно делали проект по анализу трафика для китайской телекоммуни-

кационной компании Huawei для оптимизации телекоммуникационной архитектуры сетей. Подготовили еще один проект по оптимизации распределения ресурсов. У нас были проекты со «Сбербанком», сейчас мы общаемся со «Сбертехом», надеемся на сотрудничество. В Германии есть проекты с Bosch, Opel. Их интересуют глубинные нейронные сети, кластеринг и ряд других подобных задач. Но подробности не раскрываю, мы связаны соглашением.

В целом могу сказать, что большинство научных задач, которые возникают в современном мире, требуют компетенций во всех областях прикладной математики. Нужно быть специалистом и в статистике, и в теории вероятности, и в теории оптимизации, в вычислительных методах, линейной алгебре. Все это востребовано в полном объеме, и если специалист не владеет каким-то набором знаний, ему уже тяжело.

Как вы воспринимаете переход молодых людей из науки в бизнес?

Я исхожу из правила «один к пяти». Если все идет нормально, примерно 20% сохраняют интерес к науке при переходе из бакалавриата в магистратуру, и аналогичное происходит после получения магистерского диплома. Полагаю, что мы занимаем ту нишу, куда приходят студенты, желающие остаться в науке. Некоторый отсев происходит заранее — мы сразу предупреждаем студентов, что ориентируемся на подготовку ученых. Дальше — как пойдет.

Каковы, на ваш взгляд, основные подходы в организации магистратуры в Сколтехе?

Сколтех — инновационный университет, который растит студентов, способных совершать технологические прорывы. Но мое мнение: университет — это не конструкторское бюро. У студентов всего-то два года магистратуры, чтобы научиться науке. Пройти погружение. А потом, если ты овладел знаниями, можешь развиваться как специалист дальше.

В рамках нашей программы мы будем сами планировать и предлагать проекты, и они обязательно будут наукоемкими. Это главное требование. Результаты деятельности должны публиковаться в научных журналах. Магистратура в нашем исполнении — это от трети до половины диссертации. У человека, который после магистратуры пойдет в аспирантуру, будут солидные наработки на самом передовом уровне науки.

В чем общечеловеческое значение того, чем вы занимаетесь?

Мы работаем как раз в той зоне, где без человека не обойтись, — в зоне понимания, почему это все работает и как это продвигать дальше. Мы обучаем не простых пользователей, мы растим создателей. Я считаю, что математики будут все более и более востребованы, они будут востребованы всегда. Математик строит модели, он понимает, что, как и почему происходит, генерирует новые идеи, методы, подходы. Без этого прогресс невозможен.

ДВА В ОДНОМ

Образовательные программы в сетевой форме — это возможность использовать ресурсы нескольких образовательных или исследовательских организаций в процессе обучения и получить два диплома (Сколтеха и партнерского университета). При этом часть образовательной программы студенты осваивают в Сколтехе, часть — в партнерском вузе.

Преимущества программ:

1. Возможность прохождения части образовательной программы (учебные дисциплины, модули) на базе нескольких организаций.
2. Индивидуальный план обучения.
3. Одна дипломная работа (в случае зачисления в Сколтех и партнерский университет).
4. Два диплома (в случае зачисления в Сколтех и партнерский университет и успешного освоения программы).



Антон Кротов:

//У ребят из Владивостока есть возможность изучать биоинформатику, функциональную геномику, генную инженерию//

Магистрант Сколтеха успевает не только изучать биоинформатику, но и развивать сотрудничество Сколтеха и Дальневосточного федерального университета, работать с детьми в «Сириусе» и готовить к открытию обновленный Политехнический музей.

Расскажите, как вы попали в Сколтех?

После Дальневосточного федерального университета я рассматривал

МГУ, Физтех и Сколтех. По образованию я химик и органик и раньше занимался лабораторной работой. В какой-то момент мне захотелось попробовать себя в области биологии, не связанной с «мокрой» работой. Пришла идея заняться биоинформатикой — работать с данными, полученными в ходе многих экспериментов. Сколтех показался мне безумно интересной средой для развития дополнительных проектов. Во Владивостоке мы с коллегами запускали и курировали просветительские про-

екты, например, фестиваль науки, приуроченный к вручению премии «Просветитель». Фестиваль объединил лучшие практики научно-популярных проектов Владивостока на площадке Дальневосточного федерального университета, в котором мы учились и работали. У нас были молодые интересные спикеры, например, девушка-астроном из обсерватории «Служба солнца» рассказывала про последние открытия в области астрономии и астрофизики. А создатели проекта «Наука путешествий Приморья», квеста для

детей и родителей, сделали на нашей площадке мини-копию этого проекта. Семьи побывали в нашем институте в роли микробиологов, археологов, изучали этнографию, ботанику региона — и все это в одном месте. Отличный пример гражданской науки, citizen science.

Вы работали в образовательном центре «Сириус» в Сочи, расскажите об этом проекте.

«Сириус» — на мой взгляд, лучший образовательный центр для детей. Там очень хорошая инфраструктура, огромное количество партнерских программ. Проекты разрабатывают очень сильные преподаватели из разных уголков России, в том числе из Владивостока. В «Сириусе» мы начали работать над очень интересным биологическим проектом вместе с моей мексиканской коллегой из Сколтеха Лаурой Элидед Родригес. У нас есть культура бактерий, из которых мы начали выращивать разные полезные вещи, в частности, материал, похо-

жий по фактуре на искусственную кожу. Потом попробовали делать из него бытовые предметы, например, торшер для лампы. Сумасшедшая вещь! Сначала мы просто бавались с детьми, но потом мы попробовали сделать что-то более осмысленное, например, ювелирные украшения. 12 детей за четыре занятия по 1,5 часа успели создать материал и сделать из него сережки и значки, причем каждый ребенок делал все для себя. Это был настоящий edutainment: мы старались давать им серьезные знания по микробиологии, учили работать в настоящих микробиологических боксах, при том что многие дети были вообще не связаны с микробиологией — кто-то пришел из фигурного катания, кто-то из хоккея. Мы намерены продолжать этот проект в Сколтехе: создали мастерскую, оборудуем рабочие места.

В каких совместных программах ДВФУ и Сколтеха вы участвовали?

В этом году Сколтех и ДВФУ запу-

стили совместную магистратуру по биотехнологии. В ДВФУ мощная ресурсная база, прекрасные лаборатории, сильные школы биомедицины и естественных наук. Но преподавательский состав не включает специалистов из нескольких важных отраслей. Благодаря дружбе двух университетов у ребят из Владивостока есть возможность изучать предметы, которых у нас нет: биоинформатику, функциональную геномику, генную инженерию. Есть возможность пройти курсы, связанные, скажем, с технологическим предпринимательством. Темы дипломов ребят из ДВФУ зачастую связаны с морской биологией, в Москве это редкость. Поэтому они могут выбрать, где будут защищать диплом — во Владивостоке или в Сколтехе. В апреле мы анонсировали образовательную программу Сколтеха и ДВФУ в сетевой форме: устроили во Владивостоке лекторий с участием моего научного руководителя Дмитрия Первушина и профессора Сколтеха Михаила

Сергеевича Гельфанда. Причем они не только провели серьезные научные семинары, на которые пришло много молодых ученых и научных сотрудников из ДВФУ и из других институтов, но и прочитали популярные лекции, допустим, о том, почему ГМО — это не плохо. Мой руководитель, Дмитрий Давидович Первушин — потрясающий биоинформатик. Помимо Сколтеха он профессор Высшей школы экономики и МГУ, работал в Центре геномной регуляции в Барселоне, сотрудничал с ENCODE — глобальным проектом расшифровки генома. Он занимается некодирующей частью ДНК, вокруг которой сейчас ведутся споры: были публикации, что 80% ее все-таки функционально важно, недавно появились публикации, которые это опровергают. Область очень горячая и обсуждаемая.

Вы сотрудничаете с Политехническим музеем...

Да, мы, шестеро магистрантов, пишем научно-популярные тексты для

сайта музея и выступаем научными консультантами раздела «Жизнь» будущей экспозиции Политеха (пока он на реконструкции). Этот раздел будет рассказывать о том, что такое клетка, какие существуют типы клеток, как происходит эволюция. Также мы консультируем сотрудников музея, когда у них появляется какая-нибудь сумасшедшая идея экспоната, — например, трехметровой молекулы ДНК или белка. Мы стараемся направить полет их творческой мысли в более научное русло.

Какие планы после окончания магистратуры?

Скорее всего, буду преподавать или заниматься образовательными проектами, например, в области профориентации. Хочу создать программу, которая позволит детям попробовать что-то своими руками, прежде чем определиться с выбором профессии.

Что совместные программы ДВФУ и Сколтеха дают студенту?

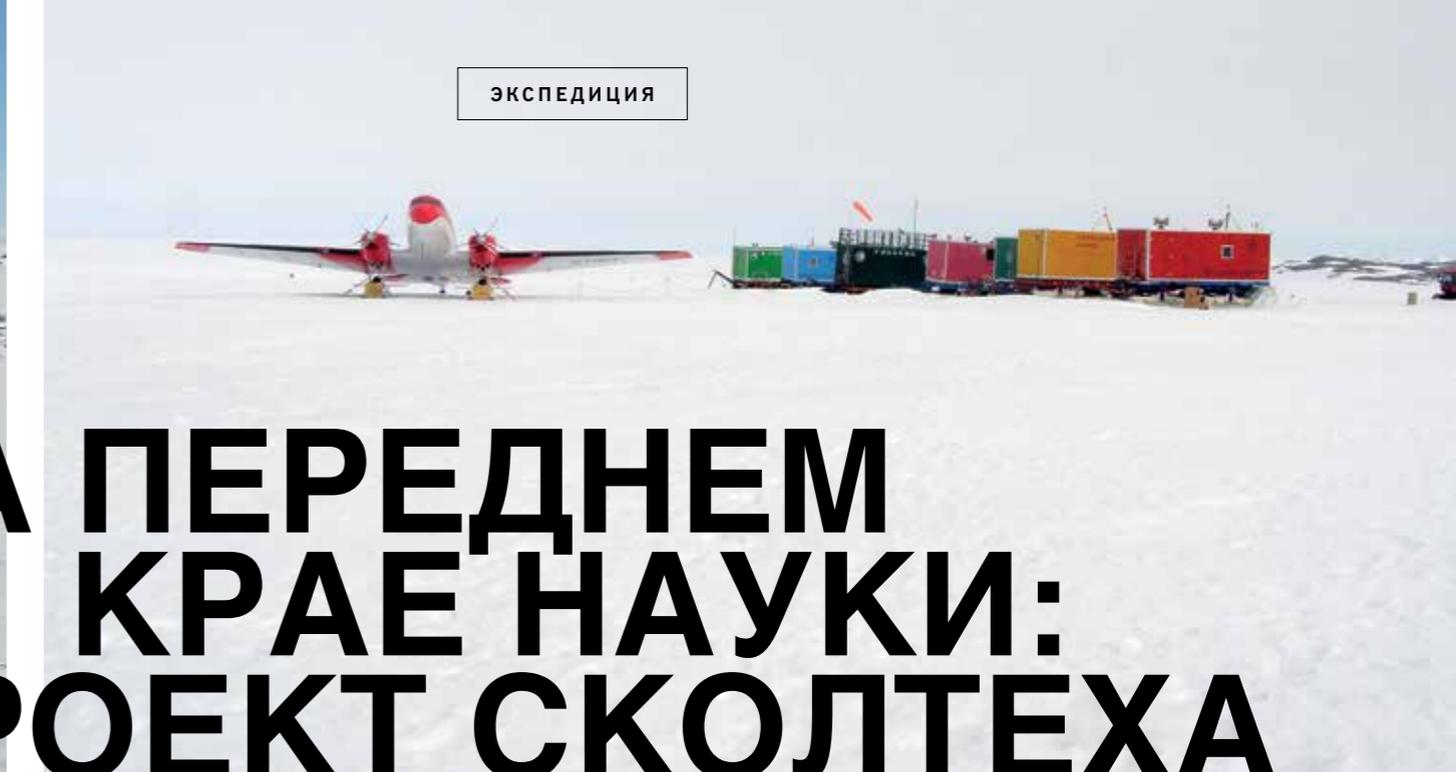
Объединение возможностей двух университетов дает большой профит, чем эти два университета могли бы дать учащимся по отдельности. Кроме того, для учащихся это возможность выйти за рамки привычного мира; когда сидишь в одном университете и не взаимодействуешь с образовательной научной средой, не едешь на конференции, на стажировки, ты сужаешь свой кругозор. Сама возможность приехать на год в другой университет с хорошими профессорами и курсами, набраться опыта, знакомств и контактов — это потрясающе.

Программа будет развиваться?

Конечно. У Сколтеха очень большой интерес к сотрудничеству с ведущими университетами. Такие совместные программы уже есть с МГУ, Физтехом, Томским политехом, в этом году появилась программа с Высшей школой экономики. Думаю, список университетов будет расширяться, поскольку Сколтех заинтересован в талантливых молодых ученых.



ЭКСПЕДИЦИЯ



НА ПЕРЕДНЕМ КРАЕ НАУКИ: ПРОЕКТ СКОЛТЕХА В АНТАРКТИКЕ

Учеба заносит студентов Сколтеха не только
в лучшие лаборатории мира и на престижные
конференции, но и на край света

Вот уже почти десять лет директор Центра Сколтех по системной биомедицине и биотехнологии профессор Константин Северинов регулярно отправляет своих исследователей за снегом в буквальном смысле слова на другой конец света — к южному полюсу Земли.

«Доставка» снега в Москву работает как часы: раз в год партия тщательно упакованных образцов концентрированной талой воды проделывает долгий путь от белоснежных берегов Антарктики до бетонных джунглей Москвы.

С каждой новой партией образцов исследователи из группы профессора Северинова получают более глубокое представление об обитающих в Антарктиде микроорганизмах и о том, какую пользу можно извлечь из полученной информации для других регионов мира.

«Нам одновременно интересно и важно понять, существуют ли в Антарктиде особые снежные микробные сообщества, которых нигде больше в мире нет», — рассказывает профессор Северинов. Для микробиолога открытие развитых микробных сообществ, способных выживать в условиях суровой антарктической зимы, стало бы невероятной удачей, открывающей поистине безграничные научные горизонты в таких областях, как геномика, промышленные биотехнологии и редактирование генома человека.

«Не исключено, что приспособленных к жизни в снегу микробов вообще не существует. Вместо них могут быть найдены микроорганизмы, попадающие в поверхностный

снег из воздуха, — продолжает профессор Северинов. — Это не менее интересно, поскольку тогда Антарктиду можно будет рассматривать как гигантское хранилище микроорганизмов, которые накапливались там на протяжении сотен тысяч лет. Когда айсберг отрывается от материка и движется по направлению к Южной Америке или Африке, в числе его «пассажиров» могут оказаться крупные скопления древнейших микроорганизмов».

Даже если будет установлено, что микробных сообществ, приспособленных к жизни в снегу, не существует, антарктические находки профессора Северинова могут заложить основу для ценнейших научных открытий о распространении микробов и вирусов на Земле и их эволюции.

Группа профессора Северинова не только самостоятельно исследует микробные популяции Антарктиды, но и участвует в работе Российской Антарктической экспедиции (РАЭ). Начиная с 2012 года в международной прессе стали регулярно появляться публикации о проекте РАЭ по бурению скважины до реликтового озера Восток, которое на протяжении миллионов лет оставалось запечатанным под ледовым панцирем Антарктиды. В рамках РАЭ группа профессора Северинова участвует в работе группы биомониторинга, исследуя влияние антропогенного фактора на природную среду континента, чувствительную к любым воздействиям.

Что же такого есть в Антарктике, чего исследователям не удастся найти в более доступных регионах мира?



«Антарктика во многих отношениях обеспечивает поистине уникальные условия для изучения микроорганизмов, помещенных в чужую для них среду», — рассказывает геолог Виктор Федорчук, работающий исследователем-стажером в Центре профессора Северинова и побывавший в Антарктиде в конце 2016 года.

Пояснив, что одним из направлений его исследовательской работы является мониторинг микроорганизмов, Виктор Федорчук отметил, что Антарктида, в силу своей уникальной природной среды, является единственным континентом, который никогда не был местом постоянного проживания людей или средой обитания крупных популяций животных.



«В Антарктиде нет практически ничего живого, — говорит Виктор, — поэтому появление любых новых форм не может остаться незамеченным, даже если речь идет о крайне малых количествах микроорганизмов».

Зачем группа профессора Северинова каждый год едет в Антарктиду?

«Прежде чем исследовать микроорганизмы, привнесенные человеком, необходимо определить исходную среду, т.е. естественный уровень содержания микробов, и факторы, описывающие сообщества микроорганизмов в толще льда или снега — там, где еще не ступала нога человека», — говорит Константин Северинов. По его словам, для этого важно исследовать географически удаленные области и провести наблюдения одних и тех же точек в различные периоды времени. Образцы снега, взятые в этих точках, доставляются в Россию на судне РАЭ. Как только партия образцов прибывает в Мо-



скую, группа исследователей под руководством профессора Северинова приступает к анализу ДНК содержащихся в образцах микробов, используя самые современные методы.

В 2016 году группой профессора Северинова было установлено, что бактерии в образцах, отобранных в четырех областях восточной Антарктиды, отличаются широким многообразием. В результате анализа были выявлены тысячи уникальных CRISPR-спейсеров, т.е. элементов прокариотических последовательностей ДНК, обеспечивающих защиту бактерий от вирусов. Ни один из полученных спейсеров не совпал со спейсерами аналогичных бактерий, распространенных в Северном полушарии. В составе группы профессора Северинова работали студенты Сколтеха, а также исследователи из институтов РАН, МГУ им. М.В. Ломоносова, СПбГУ и СПбГПУ Петра Великого.

Группа профессора Северинова вот уже несколько лет успешно работает в Антарктиде, однако, понимая все трудности, связанные с обходом судна вокруг континента и многократными остановками в одних и тех же точках, профессор решил в этом году «сменить курс», поручив стажеру Сколтеха Виктору Федорчуку освоить новый метод отбора образцов.

«В Антарктиде снег выпадает только в зимнее время. Летом, когда здесь работают экспедиции, в Антарктиде практически безоблачная погода, — рассказывает профессор Северинов. — На слой прошлогоднего снега ложится

свежий снег, и так происходит из года в год. Поэтому я сказал Федорчуку: «Надо копать» — что он, собственно, и делал, выкапывая ямы глубиной 2–3 м при помощи обычной лопаты. Будучи геологом по образованию, Виктор легко распознавал структуру образовавшихся за много лет наслоений снега и льда и брал образцы из различных слоев, оставаясь в одной и той же географической точке, но при этом виртуально перемещаясь во времени почти на 20 лет назад».

Виктор отмечает, что создавать и осваивать новый метод пришлось непосредственно в процессе работы и очень быстро. «Пожалуй, наибольшая трудность в этой экспедиции заключалась в том, что я выполнял такую работу первый раз в жизни, причем в абсолютно новых для меня условиях. Но главное — до меня этого не делал никто. Мне предстояло с нуля разработать новый надежный метод отбора образцов, чтобы исключить попадание в образцы микробов извне и сохранить только резидентные микроорганизмы», — рассказал геолог, добавив, что сам метод приходилось постоянно корректировать по ходу работы.

Каково это — путешествовать в Антарктиду?

Предложение отправиться в Антарктиду оказалось для Федорчука полной неожиданностью. В составе участников экспедиции был один из его друзей, биолог по профессии,



который в последний момент отказался от поездки. Потребовалась срочная замена, и ехать предложили Виктору. Узнав, какое количество документов нужно собрать и насколько серьезно нужно подготовиться к экспедиции, Виктор чуть было не отказался от предложения.

«Вскоре я понял, что другой такой возможности в моей жизни может и не представиться и нужно соглашаться, — признался он. — Мне стало ясно, что я просто не могу не участвовать в этом смелом предприятии».

Первая партия участников экспедиции отправилась в Антарктиду из Санкт-Петербурга на научно-исследовательском судне «Академик Федоров», другая вылетела самолетом в Кейптаун, где должна была пересесть на судно. Вик-

тор Федорчук получил приглашение в последний момент и понимал, что путь по морю из России до Южной Африки займет целый месяц, который был так ему необходим для подготовки, поэтому смог присоединиться только ко второй партии участников. Переход от Кейптауна до береговой части Антарктиды, где ему предстояло отобрать образцы снега, занял немногим более двух недель, с учетом остановки на береговой полярной станции «Молодежная».

На вопрос о том, как устроена жизнь на судне «Академик Федоров», Виктор ответил: «Вся жизнь на борту привязана к графику питания: в перерывах между приемами пищи некоторые группы участников проводили научные мероприятия, другим было предоставлено свободное время, которое можно было использовать для сна, чтения, просмотра фильмов, игры в настольный теннис, занятий на тренажерах и т.д.»

РАЭ выдает участникам всю необходимую экипировку, рассчитанную на экстремально низкие температуры, но,

как рассказывает Федорчук, лето в Антарктиде оказалось на удивление мягким, а в районах, где он работал, дневная температура поднималась выше 0°C. Он вспоминает, что в Москве (где на тот момент, соответственно, стояла зима) температура опускалась до отметки -30°C.

Образцы, отобранные В. Федорчуком, были доставлены в Москву на судне РАЭ. «Сначала мы выявили последовательности ДНК микробных сообществ в образцах, взятых Виктором, после чего начался трудоемкий процесс биоинформатического анализа отсеквенированных последовательностей, с помощью которого мы установим отличия и общие свойства образцов, соответствующих различным годам», — объяснет профессор Северинов.

На вопрос о том, что ему больше всего запомнилось из экспедиции в Антарктиду, Виктор отвечает: «Пожалуй, мои личные ощущения — ведь многое из того, что мне довелось делать в Антарктиде, я делал первый раз в жизни».

Университеты. Страны. Континенты.

Только за последний год магистранты и аспиранты Сколтеха совершили 86 визитов в зарубежные научные центры и лаборатории. Лидером по количеству стажировок стали США (28 поездок, Massachusetts Institute of Science and Technology, Southern California University, Boston University, Harvard University, National Institutes of Health Bethesda). Также «сколтехи» побывали в университетах Германии, Франции, Великобритании, Швейцарии, Италии, Китая, Канады, Чили, Израиля и других стран. В среднем период поездок для проведения исследований и стажировок составлял от 2 до 6 месяцев. С сентября 2016-го по сентябрь 2017-го студенты Сколтеха приняли участие в 122 международных научных конференциях и симпозиумах, проводимых в Европе, США, странах азиатско-тихоокеанского региона.



Пекка Вильякайнен:

// Единственный способ сохранить лучших людей в экосистеме «Сколково» — это дать им лучшую экосистему //

Старший советник президента Фонда «Сколково» и основатель проекта StartUp Village говорит об экосистеме «Сколково», об антрепренерском типе мышления и о том, как должна выглядеть современная команда.

Чего вы ожидаете от выпускников Сколтеха? Мое главное ожидание — чтобы у этих людей был международный образ

мышления. Разумеется, Сколтех — это про науку; разумеется, техническое образование предполагает, что вы будете разбираться в технологиях и понимать их будущее. Но, тем не менее, я жду, чтобы выпускники были готовы и хотели участвовать в международной жизни, потому что технологии сегодня глобальны.

Многие считают, что эта глобальность сводится к владению иностранным языком, но это не так. Я из Финляндии, 99% финнов говорят по-английски, но только 5% спо-

собны вести международный бизнес. Так что дело не в языке. Важно уметь выстраивать доверие между людьми разных национальностей, разными культурами; достаточно ли вам интересно, что делают другие, или вы ограничиваетесь своими знаниями о Хельсинки, Москве или, скажем, Новосибирске?

Второе, чего я жду, — что вы будете понимать базовую логику создания бизнеса. Только лишь отличного продукта или инновации недостаточно. Только лишь знаний

о продажах недостаточно. Нужно и то, и другое. Вы также должны понимать таймлайн жизненного цикла бизнеса. Вот почему я так горячо поддерживаю идею образовательного центра «Сколково», в который входят Сколтех и Школа управления «Сколково»: это позволит технарям со всего мира получить более широкие знания, выходящие за рамки технологий.

Третье мое ожидание связано с лидерством. В России и во многих других местах мира есть это представление о сильном лидере — одном великом герое. Например, когда люди говорят о Сбербанке, все думают о Германе Грефе. Но речь об организации, в которой работают десятки тысяч людей. Взять, к примеру, Apple. Стив Джобс любил, конечно, заниматься микроменеджментом, но успех Apple — продукт тысяч блестящих умов, которые работают вместе. Студенты Сколтеха должны это осознать.

Какие возможности предоставляются лучшим выпускникам и луч-

шим стартапам в рамках экосистемы «Сколково»?

Единственный способ сохранить лучших людей в экосистеме «Сколково» — это дать им лучшую экосистему. Идея, что мы можем купить людей, дав им больше всего денег, нежизнеспособна. Экосистема «Сколково» должна быть удобной с точки зрения жизни, транспорта, паркинга, ресторанов, хорошей еды... Мы должны быть конкурентоспособными.

Наша экосистема пока не достроена; мы в середине пути. Дети ходят в гимназию «Сколково», люди живут в квартирах в Сколково, у нас есть бассейны, есть парковки и дороги — пять лет назад ничего этого не было.

Прелесть стартаперского сообщества в том, то оно на 100% прозрачно. Это то, что вы видите, что вы чувствуете. Это не то, что сказал господин Вексельберг, или что Пекка сказал, или что премьер-министр Медведев сказал — это нечто очень конкретное. Физически существующее. Это

и хорошо, и плохо: любая проблема становится очень заметна. Поэтому я и говорю, что нужна экосистема, в которой люди захотят оставаться. Предпосылки, к счастью, есть. Три года назад мы продавали пустое поле, рассказывая всем, что здесь скоро будет школа, — а была только грязь. Вот это было трудно.

Чем Сколтех похож и чем отличается от лучших технологических вузов мира?

Экосистема — это люди; люди везде одинаковы. Будь то китайский или американский мальчик, если они одного возраста, — они очень похожи. Это поколение — потенциальная аудитория Сколтеха — более однородно, чем предыдущее.

Что касается Сколтеха или экосистемы «Сколково», ясно, что в этой экосистеме много ученых. Когда я приезжаю на какое-нибудь событие в бизнес-школу в Стэнфорд, в Хельсинки или в Сеул, я вижу много людей, которые говорят о бизнесе, продажах, маркетинге. Здесь

больше технарей. Думаю, это основная разница, и поэтому хаб должен объединять Сколтех с расположенной рядом бизнес-школой. Это то, над чем мы должны работать. Помимо этого, думаю, мы очень конкурентоспособны на международной арене.

Какие ваши любимые студенческие стартапы?

Интересных проектов много. Но, отвечая на ваш вопрос, если бы я выбрал один, я бы уже инвестировал в него. И вы бы об этом знали!

Что типично для успешного стартапа?

Лидер и основатели ничего не боятся. Просыпаясь утром, открывая глаза, они не думают «Кто меня обманет? Кто у меня украдет?» Это совершенно другой образ мышления. Не иметь страха — значит, не бояться людей. Вы должны не бояться нанимать людей, которые умнее вас.

Если у вас есть потенциал выхода на мировой рынок, надо делать

компанию международной на самом раннем этапе. Конечно, если вы маленький стартап, у вас не будет денег на то, чтобы открывать филиалы в Штатах и Европе, но международная команда — это хороший старт.

Если у вас есть коллега по университетскому обмену из Великобритании, Хельсинки или Бостона, пригласите его стать частью вашего бизнеса. Вы должны учиться управлять командой. У вас будет виртуальная команда, где сообщения пишутся по-английски и не будет «крикового управления». Важно уметь работать в ситуации, когда вы далеко друг от друга, но близки ментально. Я так работаю уже 20 лет. Мы с коллегами каждый день общаемся в Telegram, когда нужно, устраиваем видеоконференции. Я даже не думаю о том, в какой стране я проснулся. Я могу быть в Париже и разговаривать с людьми в Майами, в Москве, в Стокгольме. С международной командой шансы на успех намного выше, чем если вы — пять инженеров, кото-

рые сидят в Москве, разговаривают по-русски и думают по-русски.

Какие сферы сегодня наиболее благоприятны для стартапа?

В России больше развит потребительский рынок — ретейл, гейминг, развлечения, — по сравнению с B2B-стартапами. Другая быстро растущая сфера — интернет вещей. Еще много всего надо изобрести, например, увеличить производственные мощности.

Что, по вашему мнению, изменится в Сколтехе, когда мы переедем в новый кампус?

Вы переедете в один из самых прекрасных кампусов в мире. Он похож на корабль «Энтерпрайз» из «Звездного пути». Но, тем не менее, я бы хотел, чтобы Сколтех сохранил ощущение маленького университета. Университет — это люди, а не иерархия. Из других университетов будут приезжать к вам в новый кампус, это поможет поддержать ваш международный статус.



Нина Мазявкина:

//Я решила: новый город, новый университет, новый старт — надо действовать//

Президент Студенческого совета Сколтеха рассказывает о том, как отдыхают будущие молодые ученые и стартаперы и какие ценности формируются в стенах Сколтеха.

Нина, расскажите, почему вы выбрали Сколтех?

Я закончила бакалавриат в Ростове-на-Дону, училась на мехмате Южного Федерального Университета. О Сколтехе я узнала от папы, он у меня очень активный. Он ходил на Skolkovo StartUp Tour в Ростове, и там ему рассказали о Сколтехе. Я

посмотрела сайт, мне очень понравилось — я и не знала, что у нас в стране есть учебные заведения такого высокого уровня. Я сразу загорелась, и в течение года у меня была одна мысль: «Сколтех». Я поступила с первого раза, чему была очень рада. Сейчас я студентка второго курса по специальности IT & Data Science.

Какими проектами вы занимаетесь в Сколтехе?

Я не стандартный айтишник, потому что у меня научный руководитель из Космического центра — Дмитрий Тетерюков. Мы сейчас разра-

батываем симулятор виртуальной реальности, тренажер для обучения медсестер. Сейчас я пытаюсь создать для этого симулятора модель reinforcement learning, обучения с подкреплением, то есть пытаюсь свои знания из области IT применить в прикладной сфере.

Как вы стали президентом студенческого совета?

У нас в студсовете два уровня: один более представительский — иностранные студенты, магистранты, PhD-студенты. А вторая иерархическая часть студсовета — это президент, вице-президент и секретарь.

Для того чтобы перейти на второй уровень, нужно год отработать в студсовете. В прошлом году я стала членом студсовета, занималась клубной деятельностью. В конце прошлого года у нас были закрытые выборы, и меня избрали президентом. Честно говоря, не знаю, почему именно меня. Мне кажется, люди видят, что мне искренне интересен Сколтех, интересны студенты, я хочу, чтобы Сколтех стал по-настоящему классным университетом. Потенциал есть, его надо использовать.

Вы всегда были лидером?

Когда я жила в Ростове, первые три года учебы у меня было довольно пассивное отношение к жизни. Но поступив в Сколтех, я вдруг осознала, что не буду студенткой вечно и что, возможно, мне больше никогда не представится возможность проявить активную студенческую позицию. И я решила: новый город, новый университет, новый старт — надо действовать. У меня был перед глазами



хороший пример: моя лучшая подруга в Ростове, очень активная девушка, президент научного совета в ЮФУ. И я решила: если она может, почему я не могу?

Когда я поступила, у меня сразу появилась идея организовать клубный фестиваль. В Сколтехе в тот момент была не очень активная клубная жизнь. Был хороший дискуссионный клуб с прекрасным президентом, девушкой из Кореи. Но помимо этого клубная жизнь была не слишком развита, и мне хотелось сделать такой kick start для клубной жизни. Мы организовали Club Festival: хотели рассказать об уже существующих клубах и вдохновить людей на создание новых. Все прошло на ура, всем понравилось, с тех пор несколько клубов открылось и начало функционировать.

Нашу беседу сопровождает стук теннисного шарика, на дверях объявление о клубе йоги. Видно, что жизнь кипит. Какие еще есть клубы?



ПЕРВЫЙ ЗВОНК

Ректор Сколтеха Александр Кулешов и проректор по учебной работе Анна Деревнина дали старт новому, 2017–2018 учебному году, в котором планируется провести II Фестиваль студенческих клубов.



Есть такой паттерн: в начале года все, особенно первокурсники, полны энергии и желания создать клуб. Ребята с первого курса сейчас присылают кучу предложений, от клуба японского языка до data science клуба. Инициатив всегда много. Но после того как начинаются курсы и люди понимают, что здесь большая нагрузка, часто этот запал пропадает. Сейчас у нас возрождается традиция: в прошлом году ребята ездили в Московскую школу управления в спортивный зал, чтобы играть в волейбол, футбол, появилась йога, чего не было в прошлом году. После Мастерской инноваций мы опять организу-

ем клубный фестиваль, ребята опять смогут поделиться идеями.

То есть в Сколтехе есть возможность для любого студента чем-то поделиться, привлечь единомышленников?

Да, и я это очень поощряю. Когда я встречалась с первокурсниками 1 сентября, я старалась объяснить им, почему это важно. Я всегда привожу в пример MIT, где более тридцати клубов, и они процветают. Многие ребята приехали сюда из других городов и других стран. Клубы — это отличная возможность познакомиться и подружиться. Никто не знает, кем мы будем через 5–10 лет, вдруг ты в клубе какого-нибудь немецкого языка познакомишься с будущим президентом Яндекса или еще какой-нибудь корпорации. И, конечно, это возможность для хорошего отдыха и для сплочения студентов.

А есть какие-то отличительные черты студента-сколтеха?

ИНТЕРВЬЮ

Да, я считаю, что это уже бренд. Мне кажется, это, во-первых, студенты, которые точно знают, чем хотят заниматься, они уверены в себе, у них есть планы. У них очень критическое мышление, они всегда готовы вступить в диалектический спор — и с профессорами, и со старшими, и с начальством. Что еще важно: ребята здесь чужды пафоса, они очень открытые, но при этом все очень интересные люди. Все чем-то занимаются помимо учебы: играют на музыкальных инструментах, рисуют, занимаются спортом... В прошлом году мы проводили конкурс талантов Сколтеха, в котором участвовали не только студенты, но и сотрудники института. Это было невероятно: там были танцы, гимнастика, люди играли на музыкальных инструментах и исполняли песни собственного сочинения.

Как устроена неделя студента?

У нас есть концепция «Университет 24/7» — доступ в институт круглосуточный. И я вижу, что студентам очень нравится здесь находиться. Сту-

денты приезжают не просто на занятия, а чтобы пообщаться с друзьями, почувствовать атмосферу Сколтеха, просто быть здесь. Они проводят здесь, по сути, целый день и даже вечер. У меня есть знакомый, который любит работать ночами, — у нас есть комната сна, где можно отдохнуть. Он может провести в Сколтехе и три дня. Здесь такая атмосфера, которая способствует креативному мышлению, погружению. Субботу здесь никто не считает выходным, разве что в воскресенье народу в институте поменьше. Часто студенты предпочитают приехать сюда, а не сидеть дома.

Как складываются отношения студенческого совета с руководством института?

В начале августа у нас была очень плодотворная встреча с ректором Сколтеха, Александром Петровичем Кулешовым, мы поделились своими планами и желаниями, он нам дал советы. Мы рассказали, как видим студсовет. Я хочу, чтобы студенты не стеснялись высказывать свое мнение



об университете. Если ко мне придут студенты с какими-то предложениями по улучшению, например, пространства, я буду это отстаивать и продвигать как свои собственные идеи. Мне кажется, что все-таки университет делают студенты. Без студентов университета не будет, поэтому важно дать им право голоса.

У вас есть неписанные правила?

Каждый новый поток студентов приносит что-то свое. Конечно, у нас уже есть свои маленькие особенности и традиции — например, в 404 ау-

дитории всегда заняты все компьютеры. Принято приходить и заранее договариваться, чтобы занять чей-то компьютер. Айтишникам часто нужно что-то посчитать, а там хорошие мощные машины, так что они всегда в дефиците.

Что появится нового в этом году и что бы вы пожелали абитуриентам?

Моя задача в этом году — вдохновить студентов на внеучебную деятельность, чтобы они поняли, что это очень интересно и классно. Плюс

я хочу, чтобы студенты вовлекались в жизнь Сколтеха. Есть люди на третьем этаже, которые пишут какие-то правила для студентов, что-то придумывают, но студенты в это не особо вовлечены. Мне как представителю студенческого сообщества часто задают вопрос: чего хотят студенты? Я могу предположить, но важно услышать реальные пожелания. Я хочу организовывать регулярные встречи со студентами, наладить передачу опыта от студентов старших курсов студентам младших. Студенты второго года уже не так часто бывают в Сколтехе, как студенты первого года. Поэтому возможностей для общения не так много.

Какие у вас планы на будущее?

Я всегда мечтала заниматься разработкой компьютерных игр. Эта мечта, пожалуй, остается, но после того как я прошла курсы data science, я заинтересовалась этой областью. Сейчас эти два направления я пытаюсь соединить в своей научной работе.

ИНТЕРВЬЮ



Идо Натив, менеджер по работе с сообществом

Отдел студенческой жизни занимается поддержкой и развитием нашего студенческого коллектива как отдельного сообщества и как части сообщества всего Сколтеха и «Сколково». Мы поощряем создание креативной атмосферы, любо-

знательность, нестандартное мышление и веру в собственные силы. На практике, отдел студенческой жизни занимается всей внеучебной деятельностью, включая общественные события, спортивные секции, клубы и т.д. Отдел работает в тесном сотрудничестве со студенческим советом, две организации дополняют функции друг друга. Помимо этого наш отдел занимается связями с выпускниками Сколтеха в рамках треугольника «Сколтех–Выпускники–Сколково», мы приглашаем их на все наши события. Еще одна функция отдела — поддержка иностранных студентов. Мы помогаем им сориентироваться в Москве и в «Сколково», решить бюрократические вопросы, знакомим их с русской культурой.



ИНТЕРВЬЮ

Денис Столяров:

//Мы поддерживаем любое продуктивное начинание студентов, в том числе ресурсами//

Руководитель направления по привлечению и отбору студентов Сколковского института науки и технологий рассказывает о том, как поступить в Сколтех и реализовать свою мечту.

Давайте представим, что перед вами студент, который хочет поступить в университет на техническое или инженерное

СКОЛТЕХ — негосударственный вуз; университет имеет государственную лицензию на осуществление образовательной деятельности и свидетельство государственной аккредитации образовательных программ. Здесь нет бюджетных мест, но все, кто проходит вступительные экзамены, учатся за счет Сколтеха и получают стипендию. Выпускники получают два диплома: государственного образца (диплом об образовании и о квалификации магистра) и диплом Сколтеха (Master of Science Degree) с приложением европейского образца (Diploma Supplement).

направление. Почему он должен выбрать Сколтех?

Ответ прост. Первое — это качество образования. Нам важно, чтобы студент, который приходит учиться в магистратуру, провел эти два года не просто за партой, а сформировал фундамент для построения будущей карьеры в науке, высокотехнологичной индустрии или запустил собственный стартап. Обеспечить успешный старт по этим трекам может только

Из учебных проектов часто вырастают реальные компании, которые ребята продолжают развивать. В случае, если у студента это получается, ему доступны все возможности фонда «Сколково»

качественное образование мирового уровня.

Сколтех можно отнести к группе институтов, занимающихся cutting-edge research — передовыми научными исследованиями. Наши студенты работают с профессорами, которые публикуются в ведущих мировых научных журналах, все наши преподаватели имеют опыт работы в лучших университетах мира.

Второе — в Сколтехе есть лаборатории с уникальным оборудованием. Они доступны для проведения исследований всем нашим студентам. В других университетах зачастую студентов вообще не допускают к серьезному лабораторному оборудованию.

Третье — это R&D стажировки. В рамках освоения образовательной программы студенты в течение двух месяцев стажировались в профильных подразделениях компаний, где полностью погружаются в процесс проведения технологических исследований и разработки. Среди наших партнеров такие представители

high-tech-индустрии, как «Яндекс», «Сбербанк», Boeing, «Ростех», «Лукойл» и другие российские и международные компании.

Как вы развиваете предпринимательские навыки и мотивируете студентов на создание собственных проектов?

Что касается предпринимательских навыков — мы делаем на этом существенный акцент. В образовательном процессе Сколтеха присутствует модуль «Предпринимательство и инновации» (Entrepreneurship and Innovation), дисциплины которого изучают все студенты вне зависимости от программы. Один из самых интересных курсов этого модуля — «Мастерская инноваций», он построен по модели акселератора. В рамках данного курса студенты должны собрать команду, придумать идею и за учебную четверть пройти путь от идеи до MVP. Все это они потом презентуют как нашим профессорам, так и приглашенным экспертам, например,



из венчурных фондов. Мы также оказываем студентам поддержку по организации функционирования стартапов, например, учим патентному праву и прочим вопросам юридического сопровождения бизнеса.

Из таких учебных проектов часто вырастают реальные компании, которые ребята продолжают развивать. В случае, если у студента это получается, ему доступны все возможности фонда «Сколково». Когда такая компания становится резидентом, — а прецеденты у нас уже есть, — она получает доступ ко всей соответствующей инфраструктуре.

Одна из наших задач заключается в том, чтобы студенты развивали свои идеи и проекты, сами становились работодателями и создавали рабочие места в высокотехнологичных секторах экономики.

В Сколтехе есть программы академической мобильности. Как они работают?

У нас есть несколько ключевых международных академических партнерств. Первый в этом списке, конечно Массачусетский технологический институт, MIT, который можно назвать нашим «старшим братом», поскольку именно в тесном сотрудничестве с ним создавался Сколтех. Сейчас многие наши студенты и аспиранты работают над совместными программами и проектами со своими коллегами из Бостона.

Но если смотреть шире, то у наших студентов есть возможность поехать практически в любой университет мира в рамках программы академической мобильности. Например, вы обучаетесь на программе «Фотоника и квантовые материалы» и для магистерской диссертации нужно провести определенные исследования в знаменитой Лос-Аламосской национальной лаборатории. Если научный руководитель это одобряет, то Сколтех отправит вас туда и оплатит все расходы: билеты, проживание, страховку и так далее. Принимающая сторона, как прави-

ло, только за. Никаких расходов им не прибавляется, но зато появляются интересные студенты, с которыми можно провести совместные исследования.

Сколтех также реализует ряд образовательных программ в сетевой форме, позволяющих совмещать обучение в нескольких университетах. Как это работает?

В Сколтехе действительно есть ряд программ, которые реализуются в сетевой форме с университетами-партнерами. Среди них МФТИ, ВШЭ и федеральные вузы: Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Дальневосточный федеральный университет и Казанский федеральный университет.

Реализация образовательной программы в сетевой форме предполагает, что если студент поступил в Сколтех и, например, в МФТИ на соответствующие направления, то он обучается в двух местах, но на одной программе, просто разные модули изучаются в разных организациях.

Часть курсов — в Сколтехе, часть — в университете-партнере. По итогам студент пишет одну дипломную работу и, в случае успешной защиты, получает дипломы двух организаций.

В Сколтехе изучаемые курсы студенты выбирают самостоятельно. Такая же практика распространена в западных университетах. Как это работает?

Да, структура образовательной программы у нас строится по западной модели. Студенту нужно набрать 120 зачетных единиц («кредитов» ECTS — European Credit Transfer System) за два года очной магистратуры. Образовательная программа состоит из нескольких модулей. Первый — обязательные курсы (Compulsory Courses). Это те курсы, которые составляют ядро той или иной программы.

Есть модуль «Предпринимательство и инновации» (Entrepreneurship & Innovation), о котором я уже рассказывал. Остальное формируется исходя из профессиональной тра-

ектории, которую выберет для себя студент.

В рамках модуля «Факультативные курсы и проекты» (Elective Courses and Projects) студент может прослушать курсы из всего курс-каталога Сколтеха. Например, студент программы «Биотехнология» может посещать курс из программы «Наука о данных». И наоборот. Вся структура образования в Сколтехе строится на основе мультидисциплинарного подхода.

Сегодня все инновационные идеи рождаются на стыке нескольких сфер, и возможность получить знания из разных областей науки позволяет студентам делать удивительные вещи.

Это не приводит к тому, что студент получает много поверхностных знаний и не углубляется во что-то одно?

Нет. Если студент слушает курс, то этот курс он должен изучить и успешно сдать. И, конечно, мы рекомендуем нашим студентам всегда обращаться за помощью и советом к своим науч-

Важный момент, который мы выясняем во время собеседования, — мотивация. Мы хотим видеть среди студентов тех ребят, которые ясно представляют свой будущий профессиональный или академический путь

ным руководителям. Они являются менторами для наших студентов и помогают им делать осознанный выбор.

У студентов «Сколтеха» много личных проектов. Это заслуга Сколтеха или университет набирает только проактивных студентов?

Я думаю, это совокупность факторов. С одной стороны, повторюсь, мы набираем мотивированных ребят. С другой стороны, те возможности, что дает Сколтех, значительно способствуют развитию их собственных проектов, идей и инициатив.

Официальная позиция Сколтеха — максимально способствовать развитию дополнительных активностей, которые не относятся напрямую к образовательной программе, но при этом затрагивают сферу профессиональных интересов студентов. Например, участие нашей команды конструкторов в соревнованиях Eurobot Сколтех поддер-

живает не только организационно, но и финансово.

В Сколтехе немало иностранных студентов. Как они узнают об университете? И как вы набираете таких студентов?

В Сколтехе сейчас порядка 20% иностранных студентов. У нас много профессоров, которые не говорят по-русски, не меньше и студентов. Это никого не смущает, так как официальный язык коммуникации у нас английский. Как только студент пересекает порог Сколтеха, мы ожидаем, что он будет общаться на английском языке. Поэтому язык — один из важных критериев при отборе.

Что касается набора иностранных студентов, мы активно развиваем зарубежный нетворкинг в академической среде, наши студенты-иностранцы рекомендуют Сколтех своим друзьям.

Расскажите в целом о процессе поступления.

Процедура подачи заявки выглядит следующим образом. На сайте apply.skoltech.ru нужно заполнить анкету: в ней есть несколько важных моментов. Первый — это рекомендации. Нужно приложить рекомендательные письма, и мы советуем, чтобы одно из них было от текущего научного руководителя в бакалавриате. Странно, когда текущий научный руководитель не готов тебя рекомендовать.

В заявке стоит отразить все свои достижения: участия в олимпиадах, конкурсах, публикации. По итогам мы предлагаем всем абитуриентам, чьи анкеты нам понравились, очный отбор. Очный отбор проходит в Сколтехе и длится два дня. Все испытания проходят на английском языке.

Первый день — письменный экзамен по профилю программы. Есть общий блок, связанный с математикой, а все остальное зависит от профиля. Затем проходит собеседование с профессорами. Оно длится 20–30 минут. Кандидаты должны презен-

товать себя, рассказать о направлениях исследований, которыми они занимались, о своих академических и профессиональных достижениях. Во второй день мы проводим экзамен по английскому языку.

Важный момент, который мы выясняем во время собеседования, — это мотивация. Мы узнаем у студентов, зачем они идут в магистратуру. Мы хотим видеть среди своих студентов тех ребят, которые ясно представляют свой будущий профессиональный или академический путь, могут рассказать про свой интерес к тому или иному научному направлению и объяснить, почему

именно Сколтех может помочь им осуществить свою мечту.

Если абстрагироваться от учебы, чем еще может заниматься студент в свободное время?

В этом плане у нас тоже скорее западный формат. Есть клубы по интересам: спортивные, танцевальные, дискуссионные, музыкальные, языковые и, разумеется, технические. Мы поддерживаем любое продуктивное начинание студентов, в том числе ресурсами. Мы считаем, что для эффективной учебы нужны комфортные условия, а внеучебная активность — очень важная составляющая комфорта.

ОДНОЙ СТРОКОЙ

- В 2018 году Сколтех переедет в новый кампус, который строится на территории инновационного центра «Сколково».
- К 2020 году в Сколтехе будут обучаться 1200 магистров и аспирантов.
- Магистрантам выплачивается ежемесячная стипендия от 40 тыс. рублей, ее размер зависит от академической успеваемости
- Всем студентам призывного возраста предоставляется официальная отсрочка от армии.

ДОБРО ПОЖАЛОВАТЬ!

В учебном 2017–2018 году ряды студентов Сколтеха пополнил 251 магистрант, в том числе 4 приглашенных и 47 иностранных студентов из Мексики, Бразилии, Греции, Индии и т.д. (всего из 24 стран). По результатам последнего конкурсного набора абитуриентов повышенным спросом у иностранных студентов пользуются магистерские программы: «Наука о данных», «Биотехнология», «Космические и инженерные системы», «Материаловедение».



#3

- #ИЗМЕНЯТМИР
- #ФОТОНИКА
- #РОБОТОТЕХНИКА
- #КВАНТОВЫЕМАТЕРИАЛЫ
- #ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕСИСТЕМЫ
- #РЕДАКТИРОВАНИЕДНК
- #КОСМИЧЕСКАЯПОГОДА
- #БИОТЕХНОЛОГИЯ

ИЗМЕНЯТ
МИР

162	ИСТОРИЯ УСПЕХА	СЕРГЕЙ ШМАКОВ: //В работе с эмбрионами человека возникает много этических проблем//
168	ИСТОРИЯ УСПЕХА	ТАТЬЯНА ПОДЛАДЧИКОВА: //Прогнозы космической погоды нужно учитывать в наших повседневных планах//
170	ИСТОРИЯ УСПЕХА	ЛЕЙЛА ИСМАИЛОВА: //Интересуйтесь всем происходящим и проявляйте активность//
172	ИСТОРИЯ УСПЕХА	МИХАИЛ БЕЛЯЕВ: //На любую задачу мы смотрим как на математическую//
178	ИСТОРИЯ УСПЕХА	ЕКАТЕРИНА ХРАМЕЕВА: //Было бы интересно найти набор молекул, который поможет нам лучше думать//
182	НАУКУ В ТЕХНОЛОГИИ	ЕВГЕНИЙ ЦЫКУНОВ: //С помощью дрона коробка со смартфоном сможет сама долететь до клиента//

186	СТАРТАП	ЕКАТЕРИНА КОТЕНКО-ЛЕНГОЛЬД: //Мне было 14 лет, когда я начала изучать информационные технологии//
188	СТАРТАП	ТОП-5 СТАРТАПОВ
192	КОНФЕРЕНЦИЯ	РОССИЙСКО-ГЕРМАНСКИЙ СИМПОЗИУМ // «МАСТЕРСКАЯ ИННОВАЦИЙ» // «СОЗДАВАЯ БУДУЩЕЕ»
200	ПРОЕКТ	ИВАН ОСЕЛЕДЕЦ: //Почва – сложная система, в которой одновременно происходят химические, физические и биологические процессы//
206	ПРОЕКТ	АРТЕМ АБАКУМОВ: //Объем рынка электротранспорта к 2030 году будет достигать 4,5 триллиона долларов//
210	АРТЕФАКТ-СЕССИЯ	СКВОЗЬ ПРИЗМУ РОМАНЕСКО



Сергей Шмаков:

//В работе с эмбрионами человека возникает много этических проблем//

Биолог, PhD Сколтеха Сергей Шмаков рассказал о технологиях редактирования генома, перспективах и о том, как совмещать учебу и работу.

Редктирование генома — одно из самых перспективных направлений современной биологии. В XX веке это направление использовали в фармакологии, например, для производства человеческого инсулина. Сейчас благодаря открытиям в биоинформатике и достижениям в молекулярной биологии потенциал редактирования генома оказался почти бесконечен: от получения гипоаллергенных овощей и фруктов, устойчивых к вредителям и хранящихся в несколько раз дольше, до изменения

генов человека с целью лечения наследственных и приобретенных в процессе жизни заболеваний, в том числе самых тяжелых.

Как вы пришли к биологии?

Я учился в МГТУ им. Баумана. Когда настало время определяться с кафедрой и профилем, я поступил на «Программное обеспечение и информационные технологии». У нас был курс по моделированию, и мы с другом задумались над вопросом моделирования живой клетки. Можно сказать, что это было началом пути в биоинформатику. Потом была курсовая работа, в которой я моделировал многоуровневую систему безопасности. Вдохновение я черпал из книг и лекций по строению центральной нервной системы человека и животных. Диплом защищал на тему «Контроллеры нечеткой логики для задач финансового рынка». Фактически для этого я написал экспертную программу, которая на базе известных вводных данных принимала решение. После окончания института

ИСТОРИЯ УСПЕХА

я пришел в Microsoft Russia, где проработал шесть лет до 2014 года.

Как вы вернулись в науку?

Мне не давали покоя идеи и начинания институтского периода. В 2012 году я поступил в школу анализа данных «Яндекса» на направление «Биоинформатика». Над нами шефствовал профессор Михаил Гельфанд. В рамках курса лекции читал профессор Константин Северинов, сейчас он мой научный руководитель. Он умеет заинтересовать своими темами любого, и во время летних каникул мы с ним договорились попробовать сделать проект.

Когда вы поступили в Сколтех?

Когда я закончил школу биоинформатики, возник вопрос, что делать дальше. Чтобы продолжать работу в Microsoft и расти, нужно было уезжать в Данию или США, потому что там находятся наиболее крупные представительства компании. С другой стороны, в биоинформатике были фундаментальные задачи и работа

с очень интересными людьми. В конце концов, я выбрал биоинформатику, когда Константин Северинов предложил мне поступить в аспирантуру Сколтеха.

О чем был ваш первый проект?

Перед нами стояла задача узнать, почему некоторые спейсеры, т.е. участки ДНК, приблизительно равные участкам ДНК вирусов, встречаются чаще, чем другие. Во время работы над этим проектом мы открыли другую особенность встраивания в CRISPR/Cas-систему. Эта работа была большим толчком и дала мне свои бонусы в дальнейшем. Собственно, так я и начал работать с CRISPR/Cas-системами.

А что это за система — CRISPR/Cas?

Это система адаптивного клеточного иммунитета, встречающаяся у прокариотов, одноклеточных организмов — у бактерий и архей. Они слишком просты, чтобы иметь аналог нашей иммунной системы, поэтому у них в процессе эволюции сформиро-

валась другая, простая, но очень интересная система. Она работает в три этапа: адаптация — встраивание новых спейсеров в CRISPR-кассету, сюда попадает небольшой фрагмент ДНК вируса, который атаковал клетку; транскрипция кассеты — процесс считывания базы данных из кассеты со спейсерами, которые нарезаются из единой молекулы РНК, которая считывается с участка (CRISPR) молекулы ДНК клетки, считавшийся нарезанный фрагмент РНК соединяется с нуклеазами — белками, обладающими ферментативными свойствами в отношении к нуклеиновым кислотам; интерференция — процесс, в ходе которого эффекторный комплекс, в который входит нуклеаза и РНК для распознавания, делают разрез ДНК вируса.

Почему вы взяли именно белок Cas1?

Потому что это самый консервативный из белков всей системы. Он входит в состав адаптационного модуля встраивания спейсеров в кассету, что помогает бактерии в дальнейшем

стать устойчивой к вирусу, имеющему такой же участок ДНК, как записан в спейсере. Предметом поиска для нас были нуклеазы, формирующие эффекторные комплексы, разрезающие ДНК вирусов. Это очень важно и интересно с точки зрения усовершенствования потенциального редактирования геномов.

Ваша программа доступна для других исследователей? У нее есть аналоги?

Как я уже говорил, это не полноценная программа, у нее нет интерфейса, только алгоритмы преобразования данных. Пайплайн написан для непосредственной работы напрямую с базой данных и не предназначен для удаленной работы, например, через веб-интерфейс.

Именно с такой функциональностью доступных программ нет, потому что мы сами писали алгоритм для поиска конкретных свойств CRISPR/Cas-систем во всех доступных геномах и метагеномах доступных нам в NIH. NIH — это National Institutes of Health,

национальные институты здоровья, учреждения Департамента здравоохранения США, которые являются основными центрами, ответственными за исследования проблем здравоохранения и биомедицины в Штатах.

Что вы открыли?

Во время реализации первой работы мы открыли четыре новых типа CRISPR-систем: тип 5a, 5b, 5c, 6, с соответствующими белками Cpf1, C2c1, C2c3 и C2c2. Напомню, что поиск мы вели от белка Cas1 и опубликовали работу в 2015 году. Во второй работе мы изменили набор данных и взяли расположенные CRISPR-кассеты за точку, от которой вели поиск в базе данных. Мы запустили пайплайн с данными о кассетах и нашли еще несколько типов систем. О достаточно интересных полученных данных мы рассказали на конференции летом прошлого года, а статья вышла совсем недавно, в январе этого года, в Nature Reviews. Публикация статьи — процесс довольно долгий, у рецензентов было много вопросов, нам нужно было на них отвечать.

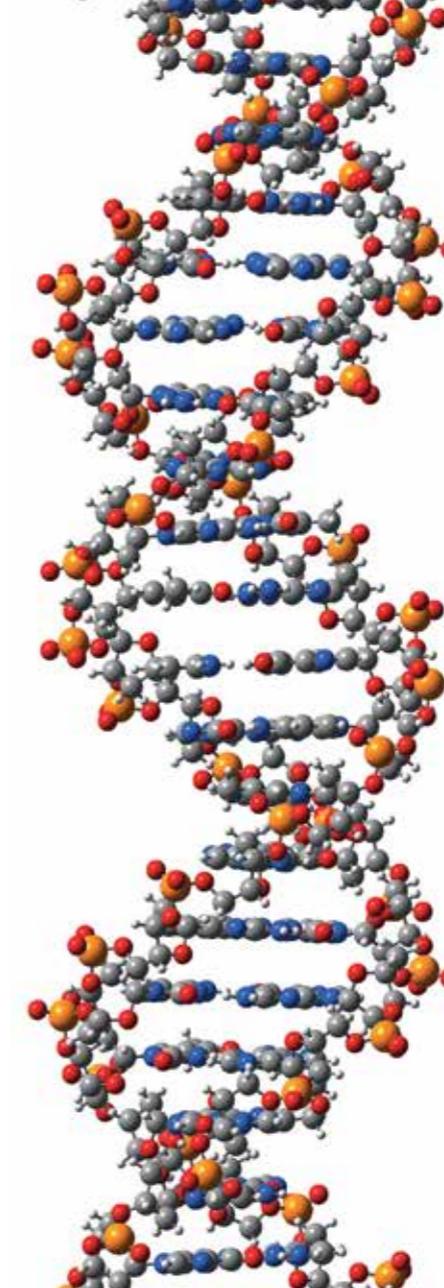
Сколько еще не открытого в этой области? Будут ли неожиданные повороты и принципиально новые белки?

С одной стороны, список открытых белков и типов систем постоянно увеличивается. В первой работе мы описали четыре, потом опубликовали следующую, где описали еще несколько типов, другая группа исследователей нашла еще несколько. Я думаю, эта работа так и будет продолжаться.

Но я соглашусь с моими коллегами, которые говорят, что основные игроки в CRISPR-системах уже найдены, добавление новых белков принципиально не меняет картину. Добавленные за последнее время типы 4, 5, 6 занимают около 1,5% по распространенности, если мы посмотрим на все бактерии и археи.

Насколько сложно было поступить в Сколтех?

Конкурс был большой. Экзамены по профильному предмету и английский — презентация статьи и сдача экзамена, например, TOEFL.



Тяжело совмещать учебу и работу в Microsoft?

Учеба в «Сколтехе» интенсивная, поэтому я посвящал ей почти все время — пришлось уйти с работы.

Вы жили на одну стипендию?

Прямо скажу, стипендия в Сколтехе хорошая — она была лишь немного меньше, чем зарплата в Microsoft Russia. Надо сказать, что высокая стипендия — это невероятный плюс, так как не нужно отвлекаться от учебы, чтобы решить насущные материальные вопросы. С другой стороны, это может расслабить: зачем куда-то идти, если и тут хорошо платят.

Расскажите немного о самой учебе.

Программа состоит из модулей и разных профильных курсов, например, профессор МГУ Петр Сергиев читал курс по молекулярной биологии, были курсы по стволовым клеткам и другим направлениям.

У всех студентов были похожие направления?

Было много встреч и обсуждений с преподавателями и профессорами, в том числе иностранными. Большой плюс Сколтеха — в открытости

Нет, не всегда — нам давали время определиться с направлением и дальнейшей работой. Было очень много встреч и обсуждений с преподавателями и профессорами, в том числе иностранными. Большой плюс Сколтеха в открытости. Скоро у нас появятся свои лабораторные корпуса. Это очень хорошо: раньше приходилось посылать аспирантов в другие лаборатории, в том числе иностранные.

Вы волновались перед первой публикацией? Были сомнения или подозрения в данных?

Во время публикации мы уже знали, что нашли работающую CRISPR/Cas-систему. Еще до публикации мы начали работать с экспериментальными лабораториями, которые получили наши данные о кандидатах. На момент выхода статьи мы уже знали, что открытое нами действительно существует, работает и интересно для других ученых. Поэтому сомнения в адекватности данных не было, но волнение, разумеется, было, в том числе

по поводу следующей статьи. Но когда много работы, на волнение не остается времени.

Вы не так давно получили награду от главы NIH — Национальных институтов здоровья США.

Когда мне пришло письмо: «Вы получили награду директора NIH», я особо не гордился и не афишировал этого. Подумал, что это очередная маленькая текущая награда, показывающая, что наша работа кому-то интересна. Но дальше, когда информация о награде стала распространяться по NIH и не только, меня начали поздравлять даже незнакомые люди, которых я просто встречал в коридоре. Эта награда довольно престижная и показывает значимость работы. Вручение произошло на территории NIH, в главном зале. Хотя награда не имеет денежного обеспечения — нет ни премий, ни вознаграждений, — ее получение мотивирует на дальнейшую работу.

Что изменилось после вручения награды?

Принципиально ничего, но эта награда мотивировала нас работать дальше, дала нам публичный отклик. Нас заметили, и это самое главное, в том числе и для получения грантов для дальнейшей работы лаборатории в будущем.

Вы летаете в США к эксперту в вычислительной и эволюционной биологии Евгению Кунину. Для чего?

Когда мы начинали работу с Евгением, он поставил условие, чтобы я работал минимум три года, — у нас с ним было что-то вроде контракта, поэтому до февраля 2018 года я продолжу работать в его лаборатории в NIH. Ехать туда нужно не для контроля, просто гораздо легче взаимодействовать вживую. Проблема в том, что у нас слишком много часовых поясов разницы. Когда у нас день, там еще ночь. По почте общаться неудобно, чтобы получить ответ, нужно ждать день. А там нужно будет просто постучать в соседнюю дверь.

При этом вы продолжите учиться в Сколтехе?

Да, сейчас я готовлюсь к защите кандидатской диссертации, это к сожалению, ограничивает мои возможности по работе над проектом. Но после защиты у нас еще несколько проектов, которые я бы хотел закончить.

Какие перспективы несут ваши открытия?

Применение CRISPR/Cas-систем возможно в нескольких направлениях. Во-первых, это генетическая терапия. В ней нет принципиальных проблем, так как она не меняет структуру всего генома, а лечит отдельные клетки во взрослом организме. Например, уже сейчас есть методы генной терапии, находящиеся на первой стадии клинических испытаний при онкологических заболеваниях.

Другое направление — это редактирование эмбрионов, не обязательно человека, можно редактировать и геном животных. Например, создать коров, в молоке которых были бы необходимые нам вещества.

В работе с эмбрионами человека возникает много этических проблем,

потому что любая модификация может давать преимущества по сравнению с обычными людьми.

Если методами редактирования генома начнут злоупотреблять, это негативно скажется на популяционном разнообразии. Например, если все поголовно будут делать своих детей голубоглазыми блондинами с другими заданными параметрами, например, по обмену веществ или формированию пропорций тела, это может привести к тому, что люди как популяция станут уязвимыми для патогенов, использующих однообразие вида.

Нечто похожее произошло при бесконтрольном распространении антибиотиков, которые принимали в 50-60-е годы практически по каждому поводу. Это привело к тому, что мы ускорили эволюцию болезнетворных бактерий, приобретших устойчивость к этим антибиотикам.

Важно понимать, что система CRISPR/Cas — это инструмент, а как его будут использовать — это уже решение, которое будет принимать каждый.



Старший преподаватель Сколтех, сотрудник Космического центра Сколтех, математик Татьяна Подладчикова — о прошлом и настоящем изучения космической погоды.

Когда хочешь что-то понять в начале пути, не понимаешь, что тобой движет. Стоя у реки, мы бесконечно можем смотреть на воду, сидя у костра — на огонь, лежа в звездную ночь на земле — на небо. Мой путь начался с Солнца.

Идея о связи между человеком и внешней средой возникла еще в древности. Научному изучению этих солнечно-земных связей положил основу в начале XX века выдающийся русский ученый Александр Чижев-

Татьяна Подладчикова:

//Прогнозы космической погоды нужно учитывать в наших повседневных планах//

ский. Он говорил, что Земля постоянно находится в объятиях Солнца. И настроение Солнца передается Земле через эти объятия.

Активные события на Солнце влияют как на человека, так и на работу технологических систем. Предпринятые сравнительно недавно исследования космоса привели к возникновению новой отрасли науки, исследующей космическую, или солнечную, погоду. Сегодня прогноз космической погоды используется во многих областях. Из-за повышенной солнечной активности выключают антенны спутникового телевидения и другую аппаратуру, предупреждают о неправильной работе навигационных приборов, меняют траектории авиaperелетов, прекращают любые спутниковые маневры.

Из солнечной короны, атмосферы Солнца, постоянно истекает солнечный ветер, поток заряженных частиц, который обдувает Землю и другие планеты солнечной системы. Солнечный ветер переносит в себе энергию Солнца, растягивает и уносит с собой солнечное магнитное поле в космиче-

ское пространство. В итоге вся солнечная система заполняется солнечным ветром и солнечным магнитным полем. А поскольку Солнце вращается, то магнитное поле в межпланетном пространстве приобретает форму волнистых спиральных складок наподобие многослойной юбки балерины. Земля и все планеты солнечной системы обитают в этих складках.

23 ноября 2015 года на XII Европейской неделе космической погоды в Бельгии мне выпала большая честь получить Международную медаль им. Александра Чижевского по космической погоде и космическому климату, которая вручается за «значительный вклад в изучение космической погоды тем, кто не боялся рисковать и ради успеха шел неизведанными путями». Мне посчастливилось работать вместе с единомышленниками, которые делились со мной своими глубокими знаниями. Вместе мы нашли нужные инструменты для создания новых сервисов космической погоды, прогнозирования солнечной активности и геомагнитных бурь, а также

создания эффективной модели восстановления динамики радиационных поясов Земли.

Прогнозы космической погоды нужно учитывать в наших повседневных планах. В 1859 году мощная геомагнитная буря вывела из строя всю телеграфную систему в Северной Америке и Европе, при этом некоторые устройства, будучи отключенными от линий передач, продолжали заряжаться непосредственно из атмосферы. 4 ноября 2015 года солнечная вспышка привела к остановке работы авиасообщения в Швеции из-за нарушения радиосвязи и работы радиолокационных систем. 6 сентября 2017 года, мощная солнечная вспышка вынудила членов экипажа МКС переместиться в расположенное на борту станции укрытие. Известны случаи сбоя систем сигнализации на железных дорогах, когда цвет сигнала светофора спонтанно изменяется с зеленого на красный. Прогнозы позволяют понять, когда человеку в космосе и на Земле безопасно. Желаю всем хорошей космической погоды!



Потомственный геолог, старший научный сотрудник и одна из «звезд» Сколтеха — все это о Лейле Исмаиловой: в этом году ей предстоит играть важную роль в совместном проекте с «Газпромнефть».

Лейла Исмаилова родилась в семье промышленного геолога. Когда Лейле исполнилось 16 лет, она решила пойти по стопам отца и поступила на геологический факультет МГУ.

За те десять лет, что многие из ее сверстников пытались определиться с выбором профессии, Лейла успела получить степень PhD в одном из престижных университетов Германии и устроиться на работу, о кото-

Лейла Исмаилова:

//Интересуйтесь всем происходящим и проявляйте активность, когда наступает время взяться за что-то новое//

рой только можно мечтать: сейчас Лейла работает научным сотрудником в Лаборатории добычи углеводородов Сколтеха. Научные работы Лейлы Исмаиловой опубликованы в таких авторитетных научных журналах, как Science Advances, Nature Communications, Nature Scientific Reports и American Mineralogist.

«Я хочу постоянно узнавать что-то новое и испытывать счастье и удовлетворенность от того, чем занимаюсь в жизни, — говорит Лейла. — Я пока окончательно не решила, продолжать ли заниматься наукой или же попробовать себя в промышленности. Именно поэтому меня так заинтересовала работа в Сколтехе — ведь здесь эти две области тесно взаимосвязаны».

Проект, над которым сейчас работает Исмаилова, является наглядным примером синтеза науки и промышленности. В июне 2017 года ректор Сколтеха Александр Кулешов и первый заместитель генерального директора компании «Газпромнефть» Вадим Яковлев подписали соглашение о сотрудничестве, целью которого яв-

ляется формализация долгосрочного партнерства между двумя организациями. В рамках сотрудничества планируется использовать методы машинного обучения при работе с большими массивами данных. Это позволит не только решать задачи, характеризующиеся высокой неопределенностью исходных данных, которые долгие годы не давались специалистам нефтяной отрасли, но и поможет нефтяным компаниям принимать оптимальные решения. Лейле Исмаиловой предстоит играть одну из ключевых ролей в этом проекте, где она будет отвечать за измерение, анализ и тестирование физических и химических свойств горных пород и минералов.

Необходимые для этого проекта знания и навыки Лейла получила еще в магистратуре МГУ им. М.В. Ломоносова, где основной темой ее работы было образование алмазов, а также в аспирантуре Байройтского университета в Германии, где она занималась исследованием влияния различных химических элементов на физические и химические свой-

ства мантии Земли. «С научной точки зрения моя самая большая профессиональная гордость — это проект, над которым я работала во время учебы в аспирантуре, — рассказывает она. — Мы обнаружили в мантии Земли стабильный минерал и показали зависимость между физическими свойствами мантии и содержанием железа и степенью его окисления». Продолжив исследования в этом направлении, Исмаилова и ее коллеги сделали сенсационное научное открытие, касающееся процесса формирования алмазов вблизи ядра нашей планеты (см. рубрику «Научный результат»).

«Я горжусь тем, что не свернула с пути, который выбрала будучи еще студенткой МГУ», — говорит Лейла, добавляя, что многие из ее сокурсников в процессе учебы поняли, что геология не для них, и решили попробовать себя в других областях, от моды до консалтинга. Всем будущим ученым Лейла дает простой и мудрый совет: «Интересуйтесь всем происходящим и проявляйте активность, когда наступает время взяться за что-то новое».



Специалист по компьютерным наукам, научный сотрудник Сколтеха Михаил Беляев на примере своих проектов показал процесс работы с данными и рассказал, как человек может управлять различными устройствами при помощи силы мысли.

Анализ данных и машинное обучение — это не только распознавание улыбок в камерах смартфонов и показ товаров в зависимости от предпочтений покупателя. Большие данные помогают компаниям сэкономить деньги и время на разработке высокотехнологичной продукции, победить неизлечимые болезни

Михаил Беляев:

//На любую задачу мы смотрим как на математическую//

и помочь парализованным людям общаться с миром.

Михаил, какую школу вы заканчивали? Математическую?

Вовсе нет. Я закончил обычную рязанскую общеобразовательную школу, но учился в физико-математическом классе. Затем поступил в Физтех на факультет радиотехники и кибернетики, изучал анализ данных и машинное обучение. Еще будучи студентом начал участвовать в индустриальных проектах. Мне удалось разработать и внедрить алгоритмы машинного обучения для нескольких крупных инженерных компаний.

Над какими проектами вы работали?

Одна из задач, над которой мы работали, была связана с болидом «Формулы-1». Самая тяжелая часть болида — капсула безопасности, в которой сидит гонщик и вокруг которой строится шасси. Нужно было уменьшить массу капсулы, но не потерять в прочности, чтобы во время аварии уберечь

гонщика от травм. Вычислительные эксперименты только одной конфигурации занимали почти сутки. С учетом того, что параметров было много, нам пришлось бы перебрать миллион вариантов. Понятно, что миллиона суток на решение этой задачи ни у кого нет. Чтобы решить задачу, нам были нужны данные экспериментов, которые проводились в естественных условиях на реальных капсулах безопасности. Для таких экспериментов изготовили около 30 капсул и сломали их. Это стоило больших денег, и можно было просто создать модель капсулы с похожими характеристиками и оценить ее прочность при помощи вычислительных экспериментов. Но в этом случае мы бы получили неточные результаты.

В результате проведенных экспериментов у нас на руках был набор параметров различных вариантов капсулы. При помощи этих параметров нам предстояло найти математические формулы, которые хорошо описывают эти данные. И основаны эти формулы не на аэродинамике, не на

знании физических процессов, а только на данных, которые мы получили в результате экспериментов. Мы построили модель, которая для разного набора параметров сообщала, что при таких-то данных прочность капсулы будет вот такой. У нас получилась «машинка», которая быстро выдает ответы для разных комбинаций параметров. Мы могли перебирать разные варианты параметров или использовать специальные алгоритмы оптимизации, чтобы найти лучшее решение. В итоге нам удалось уменьшить массу капсулы на 10%, не пожертвовав ее прочностью и безопасностью.

После окончания МФТИ вы продолжили научную деятельность и стали сотрудником Института проблем передачи информации Российской академии наук (ИППИ РАН) и компании Datadvance, спин-оффе ИППИ РАН, где в том числе руководили проектом построения модели системы охлаждения атомной электростанции. Машинное обучение способно пре-

дотвратить катастрофу, подобную Чернобыльской?

У нас была более скромная задача. Мы построили прогностическую модель засорения системы охлаждения атомной электростанции. На электростанциях обычно используется водяная система охлаждения. Она состоит из огромного количества трубок, по которым течет вода и охлаждает пар, используемый для вращения турбин. Со временем эта система начинает засоряться. Заказчик хотел понять, можно ли при помощи данных электромагнитных измерений снаружи трубы узнать, насколько все забито внутри. Мы построили модель, которая по произведенным измерениям достоверно описывала степень засорения.

Весь наш опыт и разработки, которые мы использовали в проектах с «Формулой-1», Airbus и другими заказчиками, легли в основу алгоритмического ядра программы pSeven, которая помогает инженерам без опыта работы с анализом данных улучшать технические характеристики проектируемых продуктов.

Сколько времени уходит на один такой проект?

В зависимости от сложности проекта, на такую работу уходит один-два месяца. Причем большая часть времени тратится не на решение задачи, а на то, чтобы ее сформулировать. Все наши работы с «Формулой-1», Airbus и другими компаниями можно разбить на две части. Первая часть — придумать математический метод, который позволяет построить модель, и сделать программу, которая работает так, как мы задумали. Вторая часть — взять конкретную задачу и данные, применить созданный нами метод к этим данным и решить задачу. У инженеров, которые работают над созданием сложного объекта, всегда есть набор параметров, которые нужно улучшить. Очень много времени уходит на то, чтобы погрузиться в специфику области, поговорить с инженером, прочитать, еще раз поговорить и сформулировать задачу анализа данных таким образом, чтобы она отвечала нуждам заказчика, той цели, которая

у него в голове. Обычно проект проходит несколько итераций. Формулируешь гипотезу, проводишь эксперименты, приходишь с результатами к инженеру. Он говорит: «Да, здорово, но не то, что нужно». Приходится возвращаться к обсуждению задачи и начинать заново.

В 2015 году вы возглавили отдел анализа данных в области неврологии в ИППИ РАН. Почему с авиации и машиностроения переключились на медицину?

Я по-прежнему занимаюсь математикой и анализом данных. В медицине так же, как в индустриальном проектировании, мы разрабатываем методы анализа, которые адаптированы к определенному типу данных. Например, к МРТ мозга. Мы не лечим, а пытаемся анализировать данные, чтобы как можно раньше диагностировать болезнь, смоделировать ее развитие и оценить эффективность терапии.

Допустим, врач наблюдает пациента в течение длительного проме-

жутка времени (например, один-два года). Доктору важно понимать, как будет развиваться болезнь в дальнейшем, чтобы проводить эффективное лечение и предотвратить появление нежелательных симптомов (очень яркий пример таких симптомов — суицидальные наклонности у людей с болезнью Гентингтона). Наша задача состоит в том, чтобы, зная историю болезни пациента, предсказать развитие болезни в будущем. Современный уровень информационных технологий позволяет собирать обширные базы данных больных, которые страдают тем или иным заболеванием (болезнь Альцгеймера, Паркинсона или Гентингтона). Далее для решения поставленной задачи можно использовать продвинутые методы анализа данных, чем мы и занимаемся.

Профессор Сколтеха Владимир Зельман рассказывал, что международному проекту Epigma, который занимается изучением мозга человека, как раз не хватает ма-

тематиков. Сбор материала они наладили, теперь нужно все это обработать.

Проект Epigma изучает анатомические различия мозга при патологии и пытается понять, где находятся участки генома, которые кодируют анатомию мозга. Мы хотим привнести в этот проект современные методы анализа данных, но пока эта идея на стадии запуска. Этот процесс непростой и небыстрый, ведь в проекте участвует более 100 центров по всему миру.

В Сколтехе как раз сейчас занимаются проектом CoBrain, который поддерживали в рамках Национальной Технологической Инициативы (НТИ). Задача проекта — создать инфраструктуру сбора и анализа данных о структуре и функционировании мозга. У нас большие планы в отношении сотрудничества с ведущими российскими медицинскими центрами. Ведь мы сами не можем сформулировать те клинические задачи, которые могут быть полезны обществу, поэтому нам важно найти партнеров, которые



Владимир Зельман, профессор Сколтеха:

«Шквал новых технологий при использовании достижений физики привел к изобретениям новых инструментов и тестов, которые позволили ученым изучать работающий мозг, а также начать процесс расшифровки мыслей при помощи мощных компьютеров. Международный консорциум ENIGMA (который объединяет 200 университетов из 37 стран мира), где я являюсь координатором международного сотрудничества, поможет в раскрытии загадок и возможностей человеческого мозга. Я рад, что Сколтех является нашим стратегическим партнером и в рамках этого проекта координирует более десяти центров в России и СНГ».



смогут в этом помочь. Нужен постоянный контакт профессоров, научных сотрудников и врачей, которые каждый день общаются с пациентами. Нужны специалисты по радиологии, которые делают снимки МРТ и глубоко понимают особенности этой процедуры.

Мы должны построить инфраструктуру, с помощью которой можно будет обрабатывать данные исследований мозга с помощью МРТ, ЭЭГ и других способов. Нужно специально под эти данные разработать методы анализа, чтобы в дальнейшем эта инфраструктура стала площадкой для проведения медицинских исследований и местом рождения новых идей и стартапов.

Вы сейчас работаете над созданием нейроинтерфейса «мозг-машина». В будущем человек сможет управлять различными техническими устройствами при помощи силы мысли?

На самом деле эта технология существует уже лет 15, но у нее есть

существенное ограничение — она очень медленная. Такую систему пытались сделать для Twitter, чтобы парализованный человек мог писать по символу. Оказалось, что на набор одного твита ему нужно потратить полчаса. Наши исследования направлены не на то, чтобы создать такие способы, — они уже есть, а на то, чтобы ускорить и развивать эту технологию.

В рамках того же НТИ есть проект Александра Яковлевича Каплана. Этот проект посвящен разработке более удобной системы для парали-

зованных людей, которые могли бы взаимодействовать с миром с помощью нейроинтерфейса, в том числе общаясь с врачами и родственниками. Специальная гарнитура считывает нейрофизиологические показатели пациента и преобразует его мысли в текст, набранный на клавиатуре. В итоге обездвиженный человек может при помощи мысли набрать текст без всяких усилий: на экране дается весь алфавит, человек концентрируется взглядом на букве и таким образом печатает текст. Чтобы все правильно работало, нужно прове-

сти много экспериментов и научить машину правильно распознавать сигналы мозга. Человеку показывают буквы, следят за электрической активностью мозга и заносят полученные данные в каталог.

Вы много времени отдаете науке. Успеваете преподавать?

Я преподаю в Сколтехе и МФТИ, с коллегой читаю курс «Введение в машинное обучение и анализ данных». В Сколтехе мы сделали прикладной курс: пытаемся научить ребят работать с данными, чтобы они получили практические навыки и дальше могли их использовать в своей исследовательской работе. Мы читаем этот курс для студентов разных специализаций, например, для биологов. Идея нашего курса — отказаться от лекционного формата и сосредоточиться на выполнении практических заданий в формате семинара. Задания примерно такого вида: вот вам данные, нужно с ними сделать вот это. Ничего, кро-

ме данных, мы им не даем. Студентам нужно придумать, как они все это будут обрабатывать, и написать свою программу для обработки. А в качестве финального проекта мы даем реальную задачу из бизнеса и науки или предлагаем сделать проект, который связан с их исследованием, с той научной работой, которую они ведут.

Можете рассказать об одном из проектов ваших студентов?

Эмиль Давлетов, студент магистратуры Сколтеха, занимается изучением сверхнизких температур. Во время эксперимента в специальной установке сжимается облако атомов, а затем необходимо пронаблюдать, насколько быстро это сжатое облако начинает расширяться. Чем быстрее оно расширяется, тем выше его температура.

Стандартная технология заключалась в том, что нужно было на специальном оборудовании сделать серию из 10 фотографий. За один эксперимент невозможно успеть отснять 10

фотографий, потому что облако разлеталось слишком быстро. Приходилось делать 10 экспериментов: в первом фотографировать на моменте старта, во втором с небольшой задержкой после старта и так далее. Таким образом проведение эксперимента занимало много времени, которое тратилось на то, чтобы всю эту систему настроить и запустить 10 раз.

Идея проекта заключалась в следующем: можно ли добиться результата, если вместо десяти фотографий сделать только две, и подключить к анализу методы машинного обучения? Оказалось, можно. На выходе Эмиль получил хорошее качество предсказания результатов всего эксперимента.

То есть мы можем проводить эксперимент в пять раз быстрее, оценивать то, что получилось, и в случае интересных результатов проводить уже полный эксперимент, чтобы получить достоверные цифры. Я доволен, что студенты стали применять знания, которые мы им дали, в своих исследованиях.



Научный сотрудник Центра системной биомедицины и биотехнологии Сколтеха рассказывает, как исследования липидов помогают разгадывать тайны человеческого интеллекта.

Расскажите, как начинался ваш путь в науке? Мне всегда была интересна и биология, и математика. Когда пришло время поступать, в МГУ как раз появился новый факультет биоинженерии и биоинформатики. Учиться там было интересно: у нас были преподаватели и с биофака, и с мехмата, получалось двойное образование на стыке дисциплин. Потом я училась в аспирантуре, уже не в МГУ, а в Институте проблем передачи информации (ИППИ РАН).

Екатерина Храмеева:

//Было бы интересно найти набор молекул, который поможет нам лучше думать//

Кандидатскую делала под руководством Михаила Сергеевича Гельфанда, он профессор Сколтеха и факультета биоинженерии и биоинформатики МГУ, а также замдиректора в ИППИ РАН. В какой-то момент Михаил Сергеевич познакомился с Филиппом Хайтовичем, который позже стал моим руководителем в Сколтехе. Они запустили коллаборацию, и мы с еще одним коллегой, Павлом Мазиным, поехали в Китай — Филипп тогда работал в Шанхае, возглавлял лабораторию по исследованию мозга на базе Общества научных исследований имени Макса Планка. Я провела в Китае год, а когда вернулась в Россию, как раз образовался Сколтех. Филиппа пригласили сюда профессором, и он начал набирать сотрудников. Создал здесь с нуля такую же лабораторию, как в Китае. Я была его первым сотрудником. Мы тогда работали не в этих зданиях, а в Гиперкубе. В свой первый рабочий день я приехала в Гиперкуб на «КамАЗе», потому что здесь была стройка. Сейчас уже вырос целый кампус, а тогда было просто поле и здание Ги-

перкуба. Это было в 2014 году, ровно три года назад.

Над чем вы работаете сейчас?

Наша лаборатория занимается изучением эволюции мозга человека. Мы смотрим, как работает мозг на разных уровнях, в том числе на молекулярном, какие механизмы происходят в мозге, как они поменялись, почему мы стали такими умными по сравнению с обезьянами. Второе направление нашей работы — изучение развития и старения: мы смотрим, какие изменения происходят в мозге человека при развитии с младенчества до старости, сравниваем такие же зависимости у приматов — шимпанзе, макака. Кажется, что человек не сильно отличается от приматов, но на самом деле, механизмы развития у нас устроены совершенно по-разному — на молекулярном уровне. Человек — это вечный ребенок. То есть, если у обезьян детеныши рождаются развитыми и могут сами о себе позаботиться, то у человека довольно долго мозг работает так, как у приматов он работал бы в утробе. За счет этого все

Человек — это вечный ребенок. Его мозг довольно долго работает так, как у приматов он работал бы в утробе

Люди дольше учатся — возможно, поэтому мы такие умные

процессы в мозге долгое время идут так же активно, как на первом году жизни. С возрастом нам становится труднее усваивать новый материал, и тому есть физиологическая причина — это не то, что мы ленимся или не хотим учиться. В детском возрасте мозг устроен так, что он хорошо усваивает новую информацию. Этот период у приматов очень короткий, а у человека он растянут во времени. Люди дольше учатся — возможно, поэтому мы такие умные.

Недавно у нас в Сколтехе появился новый спектрометр. Он позволяет измерять уровень метаболитов и липидов в мозге. Из липидов состоят оболочки нервных клеток. Скорость и качество передачи нервных импульсов зависит от состава липидных оболочек. У нас есть идея измерить липидный состав мозга людей и приматов разного возраста, в разных областях мозга, сравнить все это и попытаться установить связь между когнитивными особенностями и отличиями в липидном составе.

Какова финальная цель этого исследования?

Ну например, можно помечтать, что лет через сто мы найдем какой-то липид, который сделает нас умнее. На самом деле, это вряд ли будет один компонент, скорее всего, комплекс. Было бы интересно найти комплекс, который помог бы нам лучше думать.

Какие есть идеи проектов на будущее?

Намечается очень перспективный проект с Институтом нейрохирургии им. Бурденко в Москве. Они проводят операции по удалению опухоли мозга. Точно опухоль вырезать невозможно, всегда захватывается какое-то количество здоровой ткани, и эти образцы в Бурденко сохраняют. Есть образцы разных типов опухоли, разных стадий — и начальных, и прогрессирующих. Мы планируем изучить липидный состав опухолей и окружающей ткани, чтобы понять, чем он отличается. Такое исследование никто не делал на липидном уровне, только на генетическом — смотрели, какие мутации происходят в опухолевой ткани по сравнению со здоровой.

Мне кажется, это было бы очень интересным дополнением к общей картине, ведь это можно проассоциировать с уже имеющимися данными на генетическом уровне. Кроме того, это даст возможность точно дифференцировать тип опухоли — это пока вовсе не тривиальная задача, и это важно для выбора терапии.

Мы думали о стартапе, о прикладном применении. Сначала делаем исследование, выясняем, какие липиды характерны для какой опухоли. Зная набор этих липидов, маркеров опухоли, мы можем во время операции быстро сделать анализ и по этим маркерам установить тип опухоли и стадию, а врач исходя из этого назначит терапию. Это метод очень дешев. Есть генетические маркеры, но такое исследование — это долго и дорого, а мы могли бы предложить новый способ диагностики. В Бурденко нам обещали, что в течение года соберут до 1000 образцов. Мы надеемся, что уже через полгода у нас будут предварительные результаты. Нам достаточно будет и

нескольких сотен образцов, чтобы сделать пилотные измерения.

Вы планируете оставаться в Сколтехе или есть другие приглашения?

Мне нравится работать здесь, я не хочу никуда уезжать. Я уже 3 года работаю в Сколтехе, мне продлили контракт, так что еще на год точно останусь. Конечно, можно искать работу на Западе, например, я участвую в коллаборации с Германией, можно было бы поехать туда. Но у меня работа вычислительная, я работаю за компьютером, так что, по сути, моя поездка не принесет особой пользы для развития проекта. Так что я езжу только на короткие визиты.

Кто будет участвовать в проекте?

Вся группа Филиппа Хайтовича. У нас есть пять аспирантов, и по крайней мере двое будут задействованы в этом проекте, я, наверное, буду ведущим сотрудником. Есть и другие сотрудники, мы обычно работаем всей группой, нет такого, чтобы один человек занимался одним проектом.

Исследование генетических онкомаркеров — это долго и дорого, а мы могли бы предложить новый способ диагностики



Разработчик сенсорного интерфейса управления дронами LightAir, аспирант Сколтеха рассказывает, какими проектами занимается группа по беспилотным летательным аппаратам и как дроны могут помочь бизнесу.

Концепция взаимодействия человека и дрона, представленная Лабораторией интеллектуальной космической робототехники Сколтеха, предполагает общение с дроном не с помощью джойстика, а с помощью жестов. Причем для подачи команд предлагается использовать не руки, а ноги. Нужно «тапнуть» стопой по интерактивному изображению, спроецированному на пол, — и команда будет выполнена.

Евгений Цыкунов:

//С помощью дрона коробка со смартфоном сможет сама долететь до клиента//

Команда проекта LightAir, в состав которой входят Евгений Цыкунов, Михаил Матросов и другие разработчики, уже успела поучаствовать в престижных международных выставках. На конференции по компьютерной графике и интерактивным технологиям SIGGRAPH проект оказался в списке «Перспективных зарождающихся технологий» и попал на демонстрацию вместе с проектами топовых университетов и компаний. Проект получил специальный приз Laval Virtual Award, а команда Сколтеха была приглашена на крупнейший европейский форум по виртуальной и дополненной реальности Laval Virtual.

Евгений, расскажите, что привлекло вас к теме беспилотных летательных аппаратов?

Мне показалась интересной возможность делать что-то новое, используя небольшие ресурсы. Около 80% нашей работы связано с разработкой программного обеспечения. Мы берем готовые летающие платформы и разрабатываем для них софт, «моз-

ги», которые помогают применять дроны в различных индустриях.

Чем занимается группа по беспилотным летательным аппаратам?

У нас несколько подгрупп, в них люди занимаются своими направлениями. Например, один из аспирантов ведет проект по разработке трехосевого манипулятора для дрона. Это роборука, которая крепится на летательный аппарат, может перемещаться в пространстве и добираться в труднодоступные места. Таких проектов в мире всего несколько. Самый известный такой проект запустили в Германии: там роборуку крепили на вертолет. Мы начали с небольших легких дронов. Руку, точнее компоненты, распечатали на 3D-принтере.

Такой дрон может подлететь, что-то забрать и перенести. Мы работаем с различными партнерами, в том числе логистическими компаниями. Им было бы интересно переносить объекты внутри складов и даже доставлять их клиентам. Например, коробка со смартфоном сможет сама доехать или долететь от полки на

складе до магазина или даже до конечного клиента.

Есть ли у вас уникальные разработки?

Наш последний проект — LightAir, автором идеи которого был профессор Сколтеха Дмитрий Тетерюков. Этот проект позволяет пользователю общаться с дроном без дополнительных устройств в виде смартфона или пульта. Мы создали дисплей прямо под ногами: изображение проецируется на пол или на любую твердую поверхность. Картинка становится интерактивной за счет того, что мы используем трехмерный 3D-сканер на борту дрона. Человек может взаимодействовать с изображением при помощи ног. Тема интерактивных проекций сейчас вообще очень востребована — к нам часто обращаются компании из разных сфер, чтобы обсудить возможность применения таких систем.

Для чего могут применяться подобные разработки?

Дрон может передвигаться в пространстве и отображать нужную ин-

формацию. Например, вы идете по улице, а перед вами высвечивается карта и данные о месте, в которое вы направляетесь. Многие сценарии можно реализовать в виде приложений. У нас создано шесть таких приложений. Часть из них игровые, например, пианино и футбол в дополненной реальности. Есть приложение с картой. И еще приложение для сервиса доставки — дрон высвечивает меню, вы выбираете, что хотите заказать, он доставляет и предлагает ввести данные банковской карты. Ну и конечно, с дрона можно делать фото: на нем расположена обычная камера, как в смартфоне, с помощью которой можно сделать селфи. Ногой!

В марте этого года мы были на европейском форуме компьютерной графики Laval Virtual, собрали фидбек и будем дорабатывать проект. Мы хотим сделать так, чтобы пользователю было интересно и удобно взаимодействовать с дроном.

Почему вы реализуете управление именно ногами, ведь рукой проще?

Давать дрону простые команды, например, «остановись», «следуй за мной», «сделай селфи» действительно удобнее руками, такие разработки уже реализованы даже в потребительских дронах. Но если мы говорим о двустороннем взаимодействии (дрон-человек, человек-дрон) и о передаче графической информации, то жестами рук здесь не обойтись. Такого еще никто не делал — то есть, в проекте есть новизна. Плюс управление ногами с помощью изображения на полу иногда гораздо удобнее и логичнее — в тех же играх.

Сценарии, которые вы перечислили, можно реализовать и без дрона: карта есть в смартфоне, игры — на приставке. Зачем нужен летательный аппарат?

У дрона много преимуществ. Он может нести дополнительный груз на борту, может освободить руки пользователю, сопровождая его. Например, дрон доставил пиццу — нужно же как-то оплатить ее. А пользователи часто не хотят платить заранее — они хотят платить по факту доставки. Дрон про-

ецирует на пол платежные данные, человек вводит карту и оплачивает.

Управление дроном — непростой процесс, нередко крушения. Вы работаете над упрощением управления?

В проекте LightAir мы работаем и над этим вопросом. У дрона есть четыре степени свободы, которыми можно управлять: вверх-вниз, вправо-влево, вперед-назад. Плюс разворот. В то же время есть несколько уровней управления: самый низкий — это управление непосредственно всеми моторами по отдельности, а самый высокий — управление какой-то степенью свободы или их комбинацией.

Джойстики позволяют контролировать все степени свободы одновременно, они действительно сложны, особенно для новичка. Высокоуровневое управление — это когда можно просто сказать дрону: «лети от меня», «лети ко мне», «лети на север». В LightAir мы думаем, как реализовать простое управление с помощью жестов. Например, тройным «тапом» ноги приказать дрону облететь вокруг человека и заснять видео.

А Сколтех как-то решает проблему короткой жизни аккумулятора?

Именно наша лаборатория — нет, но у нас есть Центр электрохимического хранения энергии — там профессора и студенты занимаются подобными вопросами. Мы тестируем их разработки.

Что еще в теме беспилотных летательных аппаратов сейчас наиболее интересно?

Лично мне интересна тема роя дронов, это тема моей диссертации. Я сделал несколько академических проектов, будучи еще магистрантом. В основном это проекты, связанные с поиском наиболее оптимального распределения функций между несколькими дронами. Например, есть задача по доставке некоего груза. И есть подзадача — нужно определить, куда лететь. Получается, что помимо того, что дрон несет груз, ему надо также использовать бортовые сенсоры и компьютер, чтобы понимать, куда он летит, куда надо доставить посылку. В условиях ограниченной грузоподъемности и времени полета выполнение таких

комплексных задач становится довольно затруднительным.

Для уменьшения нагрузки на один дрон я распределил эти задачи на двух дронов. Один из них облетает территорию и исследует ее на предмет необходимого места доставки и опасных препятствий, а второй дрон просто несет на борту груз и безопасно доставляет его в необходимое место, координаты которого получены с первого дрона.

Все эти эксперименты мы поставили на улице, с использованием GPS. Недавно у нас появилась система захвата движения — она очень точно отслеживает движение объекта. С ее помощью без GPS можно точно видеть, где находится дрон в помещении и соответственно контролировать его положение и ориентацию. Данные на дрон передаются по радиоканалу 2,4 ГГц (этого хватает для коротких расстояний). Таким образом у нас появилась возможность ставить эксперименты с дронами в помещении. В частности, мы планируем реализовать взаимодействие

человека с группой дронов размером с ладонь. Это еще одно интересное направление для изучения.

Для чего еще могут применяться дроны?

Часть нашей группы сейчас работает над созданием дрона для инвентаризации, для подсчета складских запасов. Дрон может выполнять эту работу автономно — летать, считывать, записывать нужные данные. Операторы крупных складов очень ждут готовых решений — мы регулярно с ними общаемся и точно знаем потребность.

Когда этот проект будет доведен до коммерческой стадии?

До выхода первой коммерческой версии дронов, которые будут тестироваться на складах, осталось около полугода. С ними в комплекте будет поставляться софт для интеграции с системами управления складами, а также системы навигации — сенсоры, маяки, маркеры для ориентации дронов. Плюс базовые станции, где дроны будут заряжаться.



Вице-президент компании Astro Digital, студентка первого набора Сколтеха, рассказывает, как ей удалось сделать спутниковые данные доступными для разных бизнесов.

В чем заключается ваш бизнес?

То, чем занимается компания Astro Digital, относится к области интернета вещей. По оценке McKinsey, экономический эффект интернета вещей в течение десяти лет составит 11 триллионов долларов: Google в нынешнем виде заработает столько за 150 лет. Интернет вещей — это виртуализация реальности, ее компоненты — это данные, аналитические платформы и инфраструктура для хранения, обработки и передачи

данных. Системы обработки данных, например, нейронные сети, также становятся доступными.

Ключевую проблему составляют качественные данные, необходимые для построения надежных моделей. Данных нужно много, значит, нужно много станций, собирающих информацию. Сенсоры можно поставить в сам объект, например, у всех есть GPS-сенсор в смартфоне. А можно использовать удаленные сенсоры. Astro Digital занимается как раз удаленными сенсорами — камерами на спутниках, которые собирают информацию о всей земной поверхности.

В решении каких задач могут помочь данные Astro Digital?

Их очень много! От оценки урожайности для торговли зерном до городско-

го планирования и отслеживания незаконного строительства — и все это в реальном времени.

Конечно, мы не первая и не единственная компания, которая строит спутники. Но нам удалось создать очень недорогую спутниковую группировку. Наши аппараты, размером с микроволновую печь, дают научные данные высокого качества, которые можно использовать для глубокого анализа. Кроме того, эти данные поступают с высокой частотой — полностью развернутая группировка позволит покрывать всю Землю ежедневно.

Мы в корне изменили бизнес-модель. Традиционно спутниковые данные продаются сценами и клиент платит за «пиксели». Мы начали продавать мониторинговое решение по подписке: данные как сервис. Мы упростили доступ к ним, сделали масштабируемую, быструю платформу, которая позволяет встраивать данные напрямую в любые приложения.

Как получилось, что вы в 26 лет уже меняете мир?

Я всегда мечтала заниматься чем-то большим и значимым. Психологи говорят, что 96% людей хотя бы раз в день о чем-нибудь мечтают. Но сколько из нас эти мечты претворяют в жизнь? Немногие. Почему? Потому что мечты — это страшно, мечты — это непонятно: куда идти, что делать. За мою совсем недолгую карьеру я разработала формулу пути к мечте; она состоит из трех важных элементов. Первый и фундаментальный — это образование. Я начала свою академическую карьеру 12 лет назад. Мне было 14 лет, когда я стала изучать информационные технологии. В дальнейшем я получила несколько степеней в экономике и менеджменте. Несколько лет назад мне посчастливилось попасть в первый набор Сколтеха, где мы под руководством Эдварда Кроули учились создавать инновации, коммерциализировать мечты. Это оказало на меня влияние.

Второй элемент, с которым я также оказалась связана благодаря «Сколково», — экосистема. Это та среда, в которой мы можем растить наши мечты. Институты, как, например, космиче-

ский кластер «Сколково», позволяет молодым, неокрепшим, неосознанным идеям и мечтам попасть на правильную почву. Если ты находишься среди занятых правильным делом людей, все становится гораздо проще.

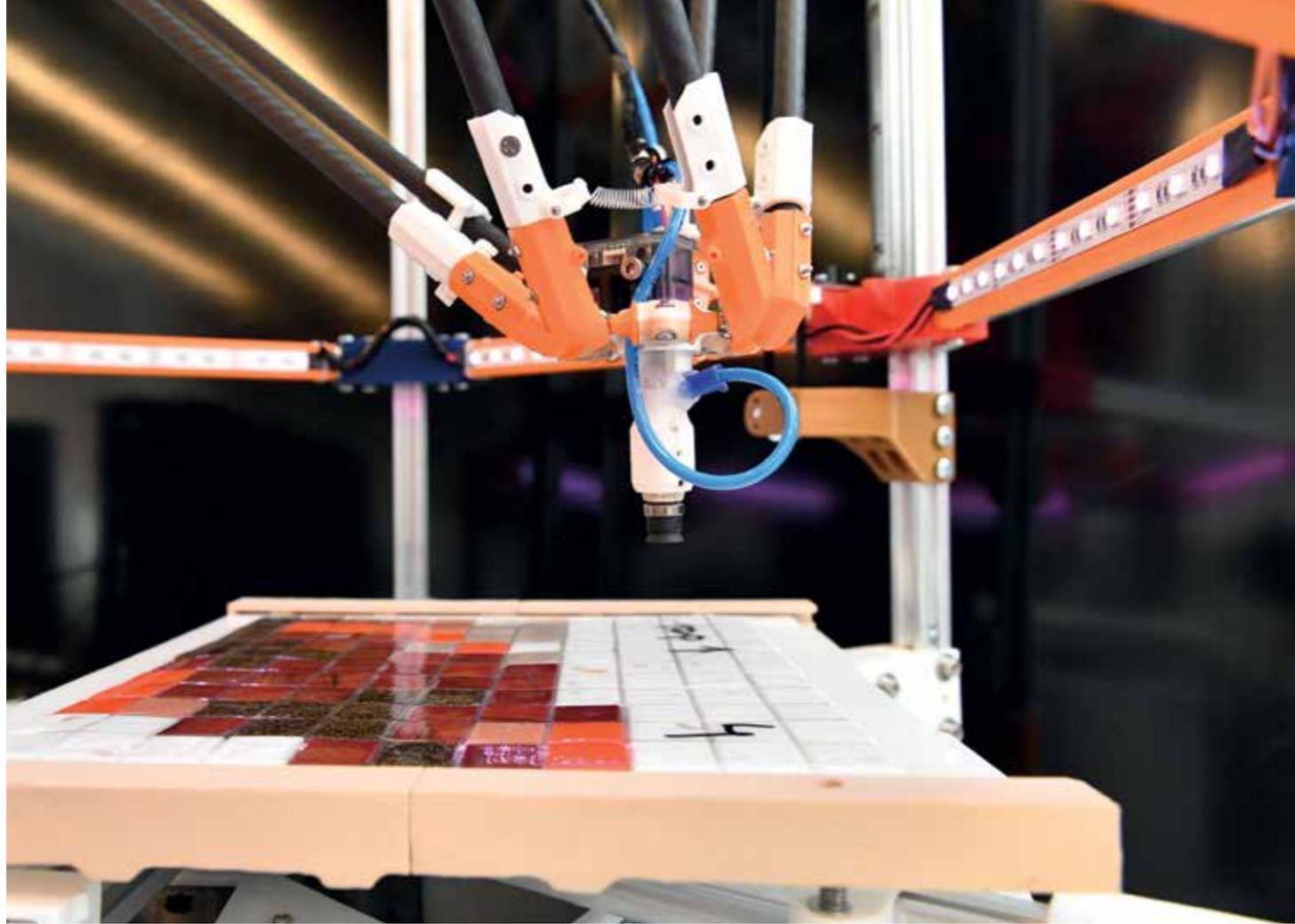
Ну и третий элемент, наверное, главный — упорный труд. Я много общаюсь с успешными предпринимателями как в России, так и на Западе. Их всех объединяет одно: они огромные трудоголики. Они работают по 20 часов в сутки, если не по 25. Нет формулы успеха, которая исключала бы тяжелую, упорную работу. Мне кажется, об этом не стоит забывать, даже если есть классные институты развития.

В какой стадии сейчас находится проект Astro Digital?

Мы недавно закрыли раунд финансирования, привлекли более \$16 млн. Запустили два тестовых аппарата и два первых аппарата основной группировки. Плюс разработана платформа для обработки данных и их дистрибуции. В полном составе группировка будет насчитывать 30 спутников.

Екатерина Котенко-Ленгольд:

//Мне было 14 лет, когда я начала изучать информационные технологии//



Пятерка дерзких и успешных стартапов, которые родились и выросли в стенах Сколтеха — от идеи до первых продаж

1

TYLER

Tyler — это робот для создания мозаики по цифровому изображению. Идея проекта пришла команде перед началом учебы в Сколтехе. На одном из брейнстормов двое членов команды, Андрей Сартисон и Дмитрий Ермаченков, на тот момент магистры первого года, придумали робота для создания мозаики по цифровому изображению. Ребятам хотелось сделать именно hardware стартап, т.к. большая часть команды имеет соответствующие навыки.

Сколтех помог получить первый фидбек о качестве идеи, сделать прототип и показать его экспертам, а также продемонстрировать его на Startup Village 2017. Tyler автоматизирует весь процесс производства мозаики и позволяет выкладывать 1 м² за 4 часа вместо двух недель при ручном подходе. Команда планирует работать со студиями дизайна интерьеров и застройщиками, есть идеи по оформлению городского пространства.



СТАРТАП

КОМАРИК

Устройство для самостоятельных инъекций, которое позволяет автоматически ввести иглу, ввести лекарство и вывести иглу одним нажатием кнопки. «Комарик» работает со всеми доступными в аптеке шприцами, давая пациенту свободу от посторонней помощи. Просьбы реализовать задумку поступали автору проекта, Дмитрию Васильеву, с разных сторон, в том числе со стороны родственников, а встречи с медицинским персоналом больниц и пациентами окончательно убедили в том, что продукт будет востребован. Старт продаж — 2019 год.

2



3



СТАРТАП

ВИКРОН

Компания «Викрон» — разработчик и производитель робота удаленного присутствия «Вебот». Робот применяется в системе инклюзивного образования: с его помощью люди, не имеющие возможности выйти из дома по медицинским показаниям, могут удаленно перемещать установку внутри учебных заведений, то есть получать образование виртуально. Идея проекта возникла в результате совместной работы с инвестором ранней стадии Игорем Ашмановым; команда изучила предложения на рынке перспективной робототехники и пришла к выводу, что такой робот будет востребован. Сколтех стал для проекта лабораторией по испытанию автономной версии: при поддержке Фонда «Сколково» Дмитрий Суворов, Роман Жуков и Евгений Продайков начали разработку и отладку робота с автономным движением, навигацией, распознаванием людей и объездом препятствий.



INTOUCH

Технология распознавания эмоций по физиологии InTouch может быть использована, скажем, в электронных часах, оснащенных определенными сенсорами. Все началось с браслетов для влюбленных, разделенных расстоянием, и переросло в технологию, позволяющую определять эмоции человека (радость, грусть и т.д.) по изменениям в физиологии, например, по сердцебиению. Пользователь может следить за статистикой эмоций в

мобильном приложении. Динамика состояния подскажет более подходящие решения и поможет человеку улучшить качество жизни. Идея возникла, когда студенты Сколтеха, Анастасия Стельвага и Александр Мартынов, вернулись в Москву из Бостона после учебы по обмену и поняли, что уже готовы попробовать что-то свое. Сколтех поддержал и предоставил очень важную на тот момент возможность — уделить время проекту в рамках Short Term E-project.



4

5

EASY TEN

Это приложение позволяет учить иностранный язык по десять слов в день. Основное отличие Easy Ten, созданного Никитой Пестровым и Сергеем Муратовым, выпускниками магистратуры Сколтеха направления Information Science and Technology, в том, что оно рассчитано на casual learners — людей, изучающих язык не систематически, а по настроению. Идея родилась у одного из основателей, который в тот момент занимался медициной. Он пытался изучать чешский, но никак не мог найти для этого время. Жена предложила ему учить по 10 слов в день, идея его зацепила и легла в основу мобильного приложения. Сейчас команда вырослась до 15 человек, и Easy Ten стал самым кассовым приложением в секции «Образование» в России и других странах мира. Приложение доступно на 11 языках. Ребята говорят, что такой проект хотели делать еще до Сколтеха. Но институт дал способ улучшить проект: грамотно реализовать циклы поиска и валидации новых идей, построить систему аналитики и сбора данных.



JUST 5 MINUTES A DAY

easy ten will help you memorize new words fast and permanent





Российско-германский симпозиум

11–14 сентября 2017 года в Сколтехе прошла VII Российско-германская неделя молодого ученого. В этом году тематика ежегодной конференции, организуемой Немецким научно-исследовательским сообществом (DFG), Германской службой академических обменов (DAAD) под эгидой Германского дома науки и инноваций (DWIN) в Москве, была посвящена вычислительной биологии и биомедицине. Конференция, призванная способствовать усилению партнерства и сотрудничества между российскими и германскими молодыми учеными, была признана одной из самых успешных за последние годы.





Мастерская инноваций

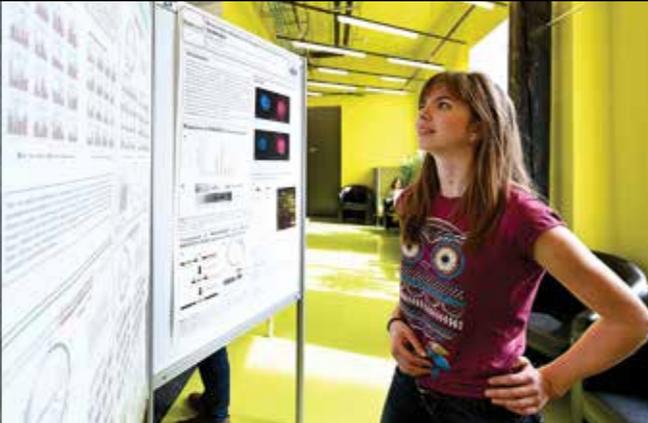
Одна из ключевых задач курса Мастерской инноваций (Innovation Workshop) — обучение студентов основным навыкам и практикам инновационного процесса, т.е. созданию новых продуктов или услуг, от генерации и оценки идей до их воплощения в виде прототипов, получения обратной связи от потенциальных покупателей, инвесторов, возможных промышленных партнеров и т.д. Во время курса студенты работают над своими учебными проектами в командах. Один из важнейших элементов обучения — взаимодействие команд с менторами, которые готовы помогать студентам советами в развитии их проектов.

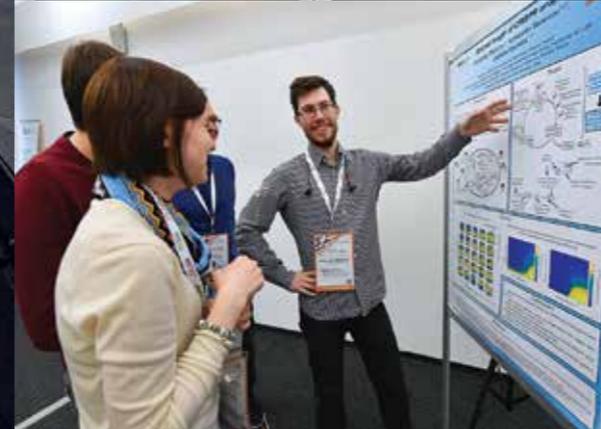




Создавая будущее

25–26 апреля 2017 года Сколтех совместно с Массачусетским технологическим университетом (MIT) провел крупнейшую конференцию «Создавая будущее: большие данные, биомедицина и передовые технологии». На конференции выступили ректор Сколтеха А.П. Кулешов, ректор MIT Л.Р. Райф, Заместитель Председателя правительства Российской Федерации А.В. Дворкович, президент Фонда «Сколково» В.Ф. Вексельберг, архитектор, автор проекта нового кампуса Сколтеха Пьер де Мерон и ведущие ученые и исследователи из Сколтеха, MIT, Университета Южной Калифорнии и других университетов.







Иван Оселедец:

//Почва – сложная система, в которой одновременно происходят химические, физические и биологические процессы//

Старший преподаватель Сколтеха Иван Оселедец рассказывает о междисциплинарном подходе и проблемах анализа больших массивов данных и о том, как фермеры XXI века используют математику.

Когда дело касается больших массивов данных, охватывающих множество переменных, то прямой пересчет всех возможных комбинаций и условий может занимать не минуты, часы или дни, а месяцы и годы вычислений. Для записи таких данных может потребоваться объем всех серверов крупнейшей IT-компании, например, Google. С такими вызо-

вами столкнулись математики во всем мире, ищущие алгоритмы вычислений при работе с большими массивами данных. Решение нашел российский ученый Иван Оселедец, опубликовавший в 2009 году работу о тензорных поездках — последовательности математических разложений и вычислений.

В Сколтехе и учебный процесс, и проектная деятельность заточены на междисциплинарность. Вот и сейчас Сколковский институт науки и технологий реализует совместный проект с «РусАгро». Какие задачи вы решаете там?

Основной задачей для нас и для холдинга является повышение плодородия почв. На этот процесс влияет мно-



жество факторов — нужно принять во внимание их все. Почва — сложная система, в которой одновременно происходят химические, физические и биологические процессы, и все они связаны друг с другом. Нас интересуют физические свойства, например,

пористость почвы, потому что она влияет на способность удерживать влагу, доступную для растений. Эта пористость образуется благодаря деятельности целых сообществ разных микроорганизмов, перерабатывающих остатки и образующих самое важное органическое вещество почвы — гумус. Наша цель сделать целостную модель, подходящую именно для полей с нашим типом почв, климатом, видами микроорганизмов и уровнем осадков. Для этого необходимо понять, что измерять, как это делать и зачем. Последнее не менее важно, потому что всех возможных параметров не собрать. Скорее всего, это и бессмысленно, так как параметры могут быть связаны с другими или быть их следствием, либо практически никак не влиять на результат.

Наш проект стартовал недавно, он рассчитан на два года. Так как я математик, я выполняю функцию менеджера. Мы определили следующие ключевые факторы, по которым собираем данные: рельеф, физика почвы, химия и микроэлементный

состав почвы, биологическая составляющая, включая разнообразие сообществ бактерий, животных, грибов и растений.

Мы собираем исторический опыт, поднимаем данные советских исследований. Во многом делаем это для того, чтобы впоследствии не получилось так, что мы два года что-то измеряем, сеем: сначала одну, потом другую культуру — а в итоге получаем погибший урожай. Все такие вещи хочется предусмотреть и определить до, а не после. Поэтому мы привлекаем множество людей и пытаемся объединить их опыт и знания. План проекта не фиксирован: мы вольны корректировать план, задачи, вводить новые данные, измерения и результаты.

Почему вы начали именно с рельефа?

Это один из базовых параметров, который мы могли относительно легко получить и обработать. У нас были спутниковые данные по рельефу, пусть даже и не очень точные; были европейские данные по погоде, кото-

рые мы повторно проанализировали. В общем, все то, что можно получить, не выходя из кабинета.

Недостатки точности спутниковых данных по рельефу мы компенсируем использованием специального дрона компании «Геоскан», точность которого намного выше. Один дрон может собрать нужные нам данные с целого поля меньше чем за час. Кажущееся на первый взгляд ровным поле легко может иметь перепад высот в 20 и более метров. Это влияет на то, как растекается влага, как тает снег и каков запас питательных веществ для растения.

Мы не ограничились только рельефом: два раза выезжали в поля, собрали более 360 образцов, каждый образец проанализировали десятью способами. В сравнении с данными по климату, полевых данных намного меньше, зато они высокоточные. Например, мы точно знаем, сколько в каждой пробе влаги и каждого из важных микроэлементов.

Мы не забываем, что в нашей команде есть профессора, агрономы,



Математические методы разложения больших массивов данных полезны во всех областях науки: физике, химии, биологии и других

которые безо всякого моделирования могут предсказать, например, неурожай. Мы уже выяснили, что на опытных полях агрокомпания использовала очень грубую технику, которая перемалывала верхний слой почвы почти в порошок, из-за чего в почве не было крупных комков. Вода в такой почве не задерживается, а местный агроном в такой ситуации гово-

рит: «У нас засуха». Даже совершив некоторые простейшие действия, изменив тип обработки, мы могли бы повысить урожайность. С этого мы и начали первый полевой сезон.

Все лабораторные исследования мы проводим в Почвенном институте им. Докучаева. Там же мы создаем кафедру агроинформационного анализа. Большую роль играет поддерж-



ка директора института академика А. Л. Иванова. В будущем планируем оптимизировать процесс — все станет намного мобильнее. Приедет мобильная лаборатория на базе «КамА-За», встанет у поля и сделает все, что нужно, на месте. При помощи дрона можно будет проводить массовые исследования за достаточно короткий срок. Но пока приходится работать без передвижной лаборатории. Это непросто и трудоемко: берем бур, пробы, привозим все в Москву и там уже проводим анализы.

Что вы будете делать со всеми этими данными?

Пока биологические данные будут учитываться в простейшем виде, как набор переменных разного типа. Все это мы переработаем в уравнения и в лабораторную модель, чтобы дальше можно было ответить на вопросы: что будет, если мы добавим больше удобрений, изменим режим осадков и так далее. Это очень грубая и нечеткая модель, но она даст представление о том, за какими параметрами надо

больше следить, а за какими, наоборот, следить не стоит. Чтобы работать с такой моделью, ее необходимо откалибровать, а для этого нужны многолетние полевые опыты. Но у нас нет такого количества времени, поэтому мы готовимся к созданию лабораторных моделей в новом кампусе Сколтеха, который скоро откроется, это даст нам чуть больше данных и косвенных признаков.

Есть ли в мире проекты, аналогичные вашему? Вы ориентируетесь на такие проекты, может быть, даже сотрудничаете с кем-то?

В MIT есть проект, который мне очень нравится. Он называется MIT Open Agriculture (OpenAg). Он чрезвычайно прост, но, когда собирают камеру, сажают туда растение, расставляют датчики, получается очень информативное исследование.

В Германии мы планируем заказать лизиметр. Это лабораторная установка, в которую можно погрузить монолит почвы и проанализировать происходящие в ней процес-

сы. О лизиметре есть история прямо из «Сколково». На его месте когда-то были опытные поля НИИ «Немчиновка», которые получали рекордные урожаи. И по сей день там есть остатки лизиметрической станции. Обычно о ней говорят, что она была единственная в Союзе. По крайней мере, она точно была единственная с огромными газовыми шапками.

Насколько ваши исследования затратны по сравнению с классическими лабораторными?

Агропроект может длиться бесконечно, в него можно вкладывать любые суммы, но мы все-таки стараемся сделать разностороннюю работу в условиях ограниченного бюджета. До биологов по затратам нам далеко. Знаете, как говорят про биологов? «В любой непонятной ситуации — купи себе секвенатор». Мы, как и они, тратим много сил и времени на лабораторное и полевое оборудование. Уже упомянутый дрон для сбора данных по рельефу стоил почти полтора миллиона рублей. Для анализа данных нужны

компьютеры с мощными графическими картами — чем их больше, тем лучше. У нас сейчас 14 графических карт, скоро мы купим еще минимум 20 таких карт — до насыщения нам пока далеко. Какими именно будут карты, решать будем исходя из задачи: карты TESLA поддерживают двойную точность, а TITAN дешевле и в задачах на одинарную точность почти ничем не уступают.

Как обстоят дела с финансированием? Есть ли у вас гранты?

Благодаря возможностям Сколтеха у нас есть внутреннее финансирование. Это важно в начале проекта. Есть гранты российских научных фондов, до этого у меня был грант от Минобрнауки. Есть и внешние источники финансирования. Например, мы анализируем данные для коммерческих проектов — в Сколтехе часто обращаются за экспертизой, анализом, обработкой данных. Хотя Сколтех не самое дешевое место по сравнению с обычным институтом, компании все равно приходят к нам.



Артем Абакумов:

//Объем рынка электротранспорта к 2030 году будет достигать 4,5 триллиона долларов//

Профессор Центра электрохимического хранения энергии рассказывает о будущем на батареях.

Какова ваша область научного знания?

Неорганическая химия — химия материалов, химия твердого тела — кристаллография и просвечивающая электронная микроскопия. Я могу смоделировать материал, исходя из знаний о его кристаллической структуре, об электронной структуре, понятий о химии. Не просто смоделировать, но и найти способы синтезировать этот материал, исследовать его свойства и кристаллическую структуру. Таких специалистов в мире не очень много.

Чем вы занимаетесь в Сколтехе?

Наш Центр занимается созданием материалов для электрохимического хране-

ния. Мое поле деятельности — металл-ионные аккумуляторы. Вы же используете металл-ионные аккумуляторы?

Да, в телефонах...

Правильно, а мы сейчас хотим использовать такие аккумуляторы не только в небольших устройствах, но и в электромобилях, хотим перейти от органического топлива к возобновляемым источникам. Для автомобиля нужна гораздо более мощная аккумуляторная батарея с параметрами, которые выходят за рамки существующих технологий. Она должна обеспечивать пробег автомобиля не менее 600 миль, чтобы он мог конкурировать с автомобилем на бензиновом двигателе. Батарея при этом не должна занимать весь свободный объем автомобиля и не должна весить и стоить столько же, сколько автомобиль. Создание таких батарей начинается с исследования материалов.



То же самое с системами хранения электроэнергии в электросетях. Здесь нужно сделать не просто батарейку, а очень большую батарейку с большой продолжительностью жизни и по разумной цене, чтобы энергетики согласились ее внедрить. Это и есть два основных драйвера технологии — электротранспорт и электроэнергетика. Такие задачи не решаются силами одного центра, это задача широкой кооперации между разными организациями и специалистами различного профиля.

У вас много конкурентов?

Да, как и в любой области науки, которая приводит к глобальным переменам на рынке и привлекает большой объем средств. Например, рынок электротранспорта к 2030 году будет достигать 4,5 триллиона долларов. Понятно, что будут конкуренты.

Насколько внедрение таких технологий актуально для России?

В России вопрос энергоресурсов и экологии пока не стоит так остро, как на Западе, но есть нишевые рынки. Есть множество транспортных средств с ограниченным плечом пробега, например, общественный транспорт. Перевести его на электротягу и оснастить начальными и конечными пунктами зарядными станциями гораздо проще, чем построить сеть зарядных станций для личного транспорта во всей стране.

Расскажите подробнее о конкретных задачах Центра по электрохимическому хранению энергии.

Наши задачи можно разделить на чисто фундаментальные — понять, как работают, допустим, сложные электрохимические системы, основанные на обратимой интеркаляции металлов. Здесь масса вопросов, связанных с природой химической связи, с природой диффузии катионов в твердом теле, с тем, как электронная структура влияет на свойства этих соединений. Это все очень интересные фундаментальные проблемы, но они имеют

и практическое применение: они дают нам понимание того, какие материалы более перспективны, а какие, может, вообще никогда не будут работать.

Основная задача на ближайшие 5–10 лет — организовать производство материалов для батарей в России. У нас в стране есть компании, которые занимаются дизайном батарей, но «сердце» этих батарей, аккумуляторные ячейки, в массовых масштабах никто не делает. Без этих материалов мы не сможем сами производить аккумуляторы и будем вынуждены всегда полагаться на импорт. Такая ситуация ненормальна: это значит, что развитие того же транспорта будет зависеть от зарубежных производителей.

Мы организуем собственный стартап по масштабированию производства электронных материалов. Думаю, в течение 2–3 лет мы сможем поставлять на рынок мелкие партии передовых катодных материалов, порядка нескольких сот килограмм. У нас расписан план по кооперации

с другими компаниями, которые умеют собирать ячейки на основе новых материалов, план того, как мы будем осуществлять кооперацию, тестировать и т.д. Мы подали проект в фонд «Сколково» и получили хорошие оценки этого проекта, наша компания станет резидентом фонда. Называется она Russtore.

В чем отличие ваших разработок от разработок конкурентов на Западе или в Азии?

Мы одна из немногих групп в мире, которая делает материалы с реальным пониманием того, как они работают, вплоть до атомарного уровня. Это позволяет нам делать осознанный выбор. Можно делать работу методом проб и ошибок, а можно делать, основываясь на представлении о том, как работает материал и что нужно сделать, чтобы заработал.

Расскажите, каким образом область применения определяет конкретные задачи.

Задачи в нашей области очень разнообразные. Например, для гибридных автомобилей нужна батарея, которая быстро накапливает и отдает энергию, так как она помогает при разгоне, трогании с места, при отборе энергии от колес и при торможении. Для электромобилей важна общая энергоемкость. То есть получается, что для одних только автомобилей нужно два разных класса материалов, один с высокой удельной энергоемкостью, а второй — с высокой скоростью заряда-разряда. Для определенных классов транспорта особо важна безопасность. Представьте, что из-за шума запретили использовать двигатели самолета при рулевке в аэропортах — а это рано или поздно произойдет. Самолету понадобится источник энергии, который позволит ему доругнуть от аэропорта до взлетной полосы. Дизель туда не поставишь, значит, нужен электродвигатель. Если вы будете ставить на самолет литиевые батареи, которые будут взрываться в полете,

это никому не понравится. Boeing Dreamliner уже затормозил один подобный проект, потому что была проблема с литий-ионными батареями. Можно пожертвовать какой-то долей энергоемкости, лишь бы батарея гарантированно не приводила к эксцессам.

Еще одна задача — батареи, которые будут работать в условиях крайнего севера, для нашей страны очень актуально. Водители знают, что в -30°C емкость аккумуляторной батареи катастрофически падает. Нужны материалы, которые работают при низких температурах. И тут мы возвращаемся к фундаментальным вопросам: как происходит диффузия в твердом теле, как температура влияет на эту диффузию, можно ли сделать материал, который будет работать при низких температурах.

Жизнь ставит очень разные задачи, важны малейшие детали применения. И для каждой задачи нужно решение, которое мы и пытаемся по мере своих сил найти.

Сквозь призму романеско

В рамках
артефакт-сессии
ученые Сколтеха
рассказывают
о своих
исследованиях,
используя
символические
предметы

КИРИЛЛ
АБРОСИМОВ
аспирант Центра
энергетических систем

Мы решили рассказать о тенденциях развития энергетических систем с помощью романеско. Технологии меняют структуру электрических сетей. Лучевая иерархическая структура уступает место более разветвленной и сложной, где каждый локальный центр энергопотребления является также производителем и накопителем энергии. Такая система напоминает фрактал — самоподобную структуру. Примером такой структуры в природе являются снежинки, кроны деревьев и... кочаны романеско.



ИГНАСИ
ЛЬЮК-И-КРУЗ

PhD, Космический
центр Сколтеха

Это артефакт — радио. Но не простое: оно может изменять свои параметры. Это хорошо иллюстрирует технологии, которые скоро появятся в космосе. Мы делаем сложные инженерные системы, архитектуры для космоса. Начинается все с такого маленького прибора, а потом появляются большие спутники (у нас есть даже пятитонный «бегемот»), которые очень дорогие, и нужно быть уверенными, что ничего не сломается.

**ФИЛИПП
ХАЙТОВИЧ**
профессор Сколтеха, Центр
системной биомедицины
и биотехнологии

Я принес с собой самовар, так как обучение — это еще и общение, что является очень важной частью научного процесса. В биоинформатике часто случается, что студенты, да и профессора, сотрудники любят сидеть перед компьютерами часами и избегают прямого общения. Но все мы знаем, что лучшие идеи рождаются в дискуссии. Поэтому очень важно проводить семинары, общаться, ездить на конференции. Вот и мы, чтобы оторвать людей от компьютеров, применяем разные уловки, включая самовар.



АРТЕМ ПАВЛОВ

аспирант, Космический центр Сколтеха

Этот робот создан нашими магистрантами для участия в студенческом конкурсе Eurobot. Пусть он не очень презентабельного вида, но он воплощает в себе все те парадигмы, которые используются во «взрослой» робототехнике, — от модели колесной базы до датчиков дальности. Важно, что студенты на практике осознают, что такое разработка роботов, и готовы применять свои идеи и навыки для их разработки как коммерческого продукта.



ИВАН ОСЕЛЕДЕЦ

старший преподаватель, руководитель группы компьютерных вычислений Центра по научным и инженерным вычислительным технологиям для задач с большими массивами данных Сколтеха

Мои артефакты — это чернозем и лопата: 500 кг чернозема из Курска, привезенного из первой совместной экспедиции Сколтеха и почвенного института РАН; и лопата — основной наш «экспериментальный прибор». Нашу научную группу интересует сельское хозяйство. За ним будущее, но в нем до сих пор не применяются высокие технологии и инновации. Суть плодородия можно понять. Для этого надо брать лопату, копать и изучать. Почва — сложная, тяжелая стохастическая система, и никто не знает, как получить отечественный чернозем или восстановить плодородие. Сейчас мы взяли пробы, составим рекомендации, первые результаты получим весной 2018 года.





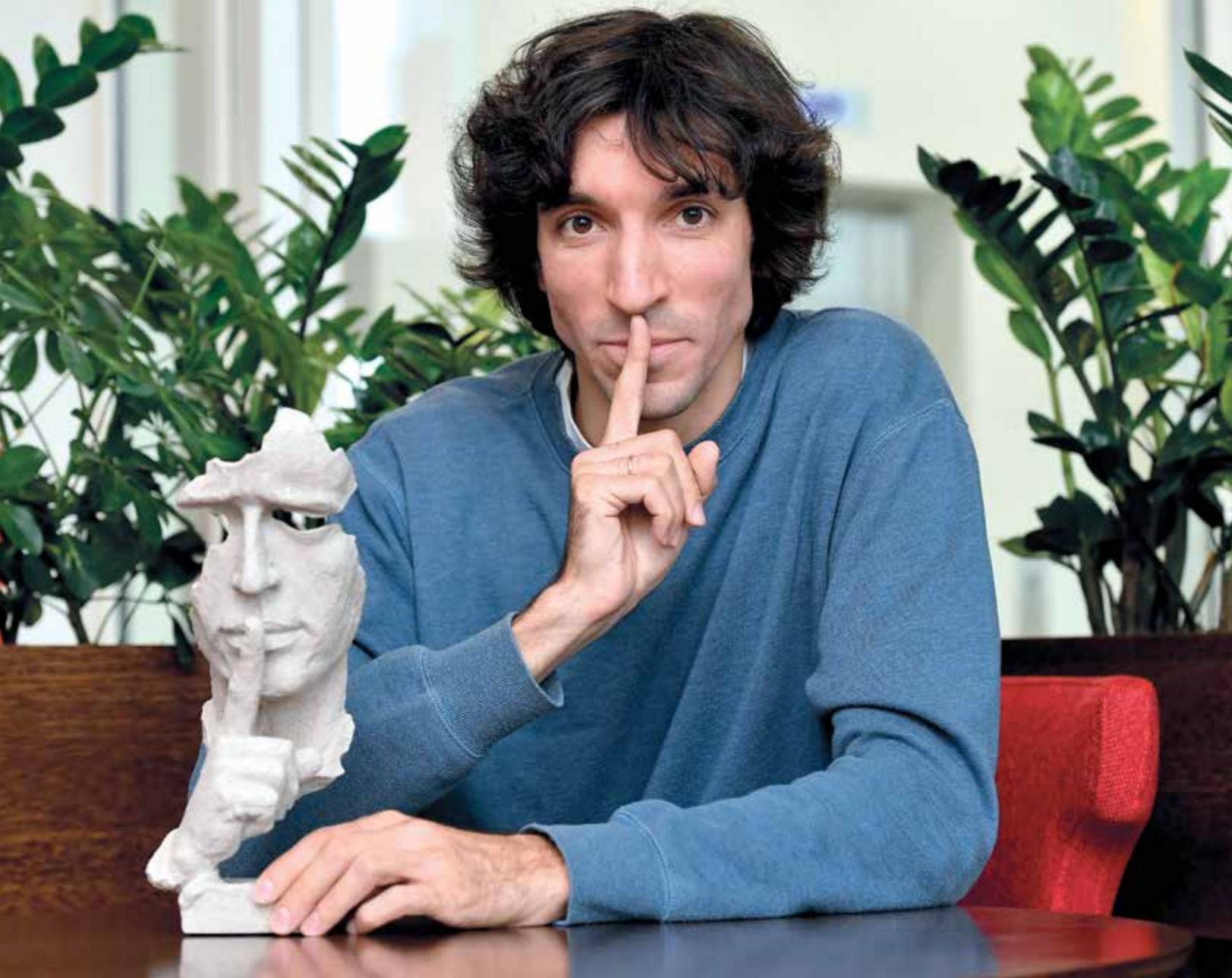
#4

#ЛЮДИСОЗДАЮТ
#СТАРТАПЫ
#ИССЛЕДОВАНИЯ
#ФОРУМЫ
#НАУКОЕМКИЙБИЗНЕС
#ИННОВАЦИИ
#НОВЫЕМАТЕРИАЛЫ
#КОЛЛАБОРАЦИИ

ЛЮДИ СОЗДАЮТ

218	КРУПНЫЙ ПЛАН	ГЕОРГИЙ БАЗЫКИН эволюционная генетика
222	КРУПНЫЙ ПЛАН	НАТАЛИЯ БЕРЛОВА квантовые материалы
224	КРУПНЫЙ ПЛАН	МАЭЛЬ БРОССАР фотоника
226	КРУПНЫЙ ПЛАН	АЛЕССАНДРО ГОЛКАР космические исследования
228	КРУПНЫЙ ПЛАН	ДМИТРИЙ КОРОТЕЕВ нефтедобыча, анализ больших объемов данных
230	КРУПНЫЙ ПЛАН	ЭДВАРД КРОУЛИ аэронавтика, астронавтика

232	КРУПНЫЙ ПЛАН	АЛЬБЕРТ НАСИБУЛИН наноматериалы
234	КРУПНЫЙ ПЛАН	АНДРЕЙ ОСИПЦОВ нефтедобыча
236	КРУПНЫЙ ПЛАН	КОНСТАНТИН СЕВЕРИНОВ биология, эволюционная генетика
240	КРУПНЫЙ ПЛАН	СТАНИСЛАВ СМИРНОВ математика
244	КРУПНЫЙ ПЛАН	КИТ СТИВЕНСОН молекулярная химия
246	КНИГА	МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ПРОГУЛКИ



КРУПНЫЙ ПЛАН

Георгий Базыкин

ОБЛАСТЬ: БИОЛОГИЯ, ЭВОЛЮЦИОННАЯ ГЕНЕТИКА

ДОЛЖНОСТЬ: ПРОФЕССОР

УЧЕНАЯ СТЕПЕНЬ: КАНДИДАТ БИОЛОГИЧЕСКИХ НАУК, PHD

МЕСТО РАБОТЫ: ЦЕНТР СИСТЕМНОЙ БИОМЕДИЦИНЫ И БИОТЕХНОЛОГИИ СКОЛТЕХА

#большаягенетика Замечательный генетик Феодосий Добржанский сказал, что в биологии ничего нельзя понять, если не думать о ней в смысле эволюции. Генетики научились понимать механизмы многих вещей, но общие закономерности — какой жизнь может быть, а какой не может, как она получилась такой, какая она есть, — мы начинаем исследовать только сейчас, используя накопленные данные. Одно из направлений нашей работы — эволю-

ционная геномика. Мы пытаемся понять, насколько важна роль дарвиновского отбора. Нас в школе учат, что эволюция шла под действием естественного отбора, но, сравнивая последовательности геномов, увидеть следы этого отбора сложно. Мы ищем способы это сделать.

#гонкавооружений Эволюционная геномика вирусов и бактерий — это гонка вооружений: человек

эволюционирует, патогены эволюционируют в ответ, и их скорость эволюции выше, чем наша. Особенно РНК-содержащие вирусы, такие как грипп и ВИЧ. Одна из интересующих меня задач — насколько предсказуема эволюция вирусов. Это знание позволяет разрабатывать вакцины. За полгода мы пытаемся угадать, какой штамм гриппа будет следующим. Правильно угадали — вакцина будет эффективной, не угадали — не будет.

#copypaste При каждом клеточном делении «текст» в три с половиной миллиарда букв — наш геном — переписывается, перепечатывается и дает аналогичный текст в дочерней клетке. При этом, как правило, не происходит ни одной ошибки, или считанные ошибки. Если бы машинистка, копируя текст в три с половиной миллиарда букв, не разу не опечаталась, мы бы восхитились. Наш организм это умеет, и мы знаем благодаря чему: есть несколько биохимических механизмов, которые следят за точностью репликации. Если поломать составные части механизма, точность падает — в 10 раз, в 100 или в 1000 раз. Клетки в этом случае все равно будут размножаться, но они будут ближе к тому, чтобы превратиться в раковую опухоль. Анализируя эти данные, можно понять, поломки каких биохимических механизмов могут приводить к подобным мутациям, чтобы, возможно, их предотвратить.

#популяция Для многих статистических анализов нужны десятки тысяч образцов десятков тысяч пациентов. Ни одна лаборатория в мире не может себе позволить отсекавировать такое количество образцов, это всегда результаты международной коллаборации. Существуют большие базы данных, которыми мы и пользуемся. Но бывает, что интересные случаи мы исследуем самостоятельно. Например, сейчас в сотрудничестве с группой в Испании мы изучаем эффект накопления мутаций в зародышевой линии у людей, у которых поломан один из белков, что увеличивает скорость мутации в раке. Мы знаем, что эти люди быстрее накапливают соматические мутации, но, тем не менее, эти люди могут выживать до половозрелости и оставлять детей, вот эти дети, по-видимому, будут нести в себе много-много мутаций, переданных от родителей. Обычно каждый человек передает своему ребенку несколько десятков мутаций. Возможно, окажется, что у этих детей их сотни. Если будет достаточно данных, мы сможем посмотреть на этих детей, то есть «увидеть», как будет выглядеть человек несколько десятилетий или веков спустя. Значит ли это, что с годами у нас чаще будет болеть голова или цвет лица будет другим? Этот проект позволит заглянуть в будущее.

#бытьилинебыть Медицинская генетика исследует те мутации, с которыми люди родились и

пришли к врачу. А мы сейчас начали проект по секвенированию генетически обусловленных выкидышей; будем исследовать радикальные мутации, которые не позволили человеку родиться. Часть этих мутаций нам известна: например, если у человека убрать одну из хромосом или добавить лишнюю копию в какой-нибудь хромосоме, в подавляющем большинстве случаев он родиться не сможет. И действительно, оказывается, что большая доля выкидышей устроены именно таким образом. Но что не так было с генами тех выкидышей, которые были кариотипически нормальны, с нормальным набором хромосом, — это еще никто не изучал. Мы хотим отсекавировать около ста троек мама-папа-неродившийся ребенок и понять, какая генетическая архитектура может привести к такому радикальному фенотипу. Это позволит в том числе понять, какая доля генома настолько важна, что мутация в ней несовместима с жизнью. В перспективе, возможно, эти исследования помогут улучшить пренатальную диагностику, это сейчас активно развивающаяся область.

#вирус Больше всего нас страшат те вирусы, о которых мы больше всего знаем. Но чем больше мы о чем-то знаем, тем легче это исследовать. Очень важно быстро понимать, как устроена эпидемия. Мы не знаем, что приведет к эпидемии, которая унесет много жизней, но знаем, что она случится — просто потому,

что эпидемии происходят все время и все время ускоряются. Когда в 2009 году наступал свиной грипп, данные по первому образцу гриппа были опубликованы в Nature через несколько недель после того, как он вообще был описан, то есть быстро. Оказывается, просто прочитывая геномы, мы можем очень много узнать об эпидемии. И благодаря генетике мы сейчас гораздо лучше понимаем, как устроены эпидемии, чем 10 лет назад.

#развитие Я начинал как эколог, но быстро понял, что в науке важно заниматься не только тем, к чему у тебя лежит душа, но и теми направлениями, где есть активная жизнь. 50 лет назад экология и эволюция были на одном уровне. У нас были экологические математические модели, которые рассказывали, как виды должны взаимодействовать друг с другом. Потом в эволюции случился прорыв — появился огромный объем данных, на котором можно проверять любые теории. В экологии этого не произошло, поэтому у нас нет способа проверить, как взаимодействуют друг с другом миллиарды организмов. Когда такой способ возникнет, экология станет не менее интересной наукой, чем эволюционная биология сейчас. Но когда я начинал, мне стало казаться, что жизнь происходит не здесь, а рядом. Я перешел в эволюционную биологию и с тех пор этой наукой занимаюсь. И не жалею. Это очень интересно!



Наталия Берлова

ОБЛАСТЬ: МАТЕМАТИКА, КВАНТОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ

ДОЛЖНОСТЬ: ПРОФЕССОР

УЧЕНАЯ СТЕПЕНЬ: PHD ПО МАТЕМАТИКЕ

МЕСТО РАБОТЫ: ЦЕНТР ФОТОНИКИ И КВАНТОВЫХ МАТЕРИАЛОВ СКОЛТЕХА

КРУПНЫЙ ПЛАН

#квантоваягидродинамика Квантовая гидродинамика — это область науки, изучающая жидкости и состояния, в которых классическая гидродинамика встречается с квантовой. Это происходит в самых разнообразных системах: в жидком гелии и холодных атомах, в полупроводниках и магнитных системах, в равновесных системах и системах, не находящихся в состоянии термодинамического равновесия. В своих исследованиях я пытаюсь понять и использовать возникновение когерентных состояний в таких квантовых системах.

#квантовыйкомпьютер Сейчас мы работаем над созданием поляритонного симулятора — аналогового вычислителя, способного решать специальный класс оптимизационных задач, которые не могут быть решены классическим компьютером. Современные суперкомпьютеры могут иметь дело только с ограниченным подмножеством таких задач, когда размерность минимизируемой функции мала или когда базовая структура проблемы позволяет быстро найти оптимальное решение даже для функции большой размерности. Даже гипотетический квантовый

компьютер, если он будет создан, даст квадратичное ускорение для неупорядоченного поиска глобального минимума по сравнению с классическим компьютером. Мы попробовали посмотреть на эти оптимизационные проблемы под другим углом. Мы решили использовать поляритоны — частицы, возникающие при квантовой суперпозиции фотонов и электронов, созданных с помощью лазера на тонких слоях напыления различных атомов, таких как галлий, мышьяк, индий и алюминий. Электроны в этих слоях поглощают и излучают свет определенного цвета. Поляритоны в десять тысяч раз легче электронов и могут достигать достаточной плотности для образования нового состояния вещества, известного как конденсат Бозе — Эйнштейна, где квантовые фазы поляритонов синхронизируются и создают единый макроскопический квантовый объект, который излучает свет. Недавно мы продемонстрировали, что во время конденсации поляритонов, созданных в узлах произвольного графа, их квантовые фазы располагаются в конфигурации, соответствующей абсолютному минимуму целевой функции. Таким образом оптимальное решение задачи проявляет себя, излучая свет!



Маэль Броссар

ОБЛАСТЬ: ФОТОНИКА

ДОЛЖНОСТЬ: НАУЧНЫЙ СОТРУДНИК

УЧЕНАЯ СТЕПЕНЬ: PHD

МЕСТО РАБОТЫ: ЦЕНТР ФОТОНИКИ И КВАНТОВЫХ МАТЕРИАЛОВ СКОЛТЕХА

КРУПНЫЙ ПЛАН

#идея Почему бы не взять самый мощный в мире возобновляемый энергетический процесс — фотосинтез — и не развернуть его в обратную сторону для создания эффективных экологически чистых источников энергии? Именно такая идея появилась у меня в 2010 году, когда я начал работу над степенью PhD в Саутгемптонском университете. Хотя мой первоначальный проект предусматривал простую имитацию фотосинтеза с целью получения новых типов фотоэлектрических элементов, использующих молекулы в качестве светопоглотителя и полупроводниковые структуры для извлечения фотогенерируемой энергии, со временем я пришел к выводу, что подобный процесс никогда не смог бы конкурировать с уже имеющимися технологиями. Принять такой вывод было непросто. Я понимал, что годы тяжелого труда и многие выходные, проведенные в лаборатории, возможно, не приведут к каким-либо значительным результатам... Однако сочетание упорства, интуиции и чистой удачи позволили мне обнаружить совершенно неожиданный способ использования Ферстеровского резонансного переноса энергии (RET) для создания новейших типов фотоэлектрических элементов. В процессе изучения высококачественных фотоэлектрических элементов из материалов III–V групп я понял, что мог бы значительно улучшить их свойства путем нанесения на поверхность нанокристаллических квантовых точек.

#успех Придя к новым интересным выводам, которые выглядели необъяснимыми, я провел нескольких следую-

щих месяцев в попытках оптимизировать структуру, одновременно ломая голову над тем, как вообще можно было получить подобные результаты... В конце концов я выяснил, что нанокристаллические поглотители создавали условия для нового процесса регенерации поверхностных носителей. В фотоэлектрических элементах фотоны синего и ультрафиолетового излучения с высокой энергией поглощаются у поверхности прибора, где они не могут беспрепятственно внести свой вклад в создание фототока. Используя эту гибридную систему, я смог применять RET для передачи энергии с верхней поверхности фотоэлектрического элемента к квантовым точкам, которые могли переизлучать ее при более низком уровне энергии. Затем такие фотоны могли проникать намного глубже внутрь прибора, создавая пригодную для применения энергию. День, когда я совершил это открытие, навсегда останется в моей памяти.

#мост На фоне этой увлекательной истории о надежде, отчаянии, энтузиазме и замешательстве в 2016 году я приехал в Сколтех. Сейчас я менеджер лабораторий гибридной фотоники, которая работает над исследованиями, очень близкими к теме моей научной работы на степень PhD. Работа в Сколтехе дает мне возможность развивать технологии гибридной солнечной энергетики, начало которым положено мною. Сколтех стал для меня идеальным местом, где я могу самосовершенствоваться и искать для своих идей практическое воплощение в реальном мире.



Алессандро Голкар

ОБЛАСТЬ: КОСМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

ДОЛЖНОСТЬ: ПРОФЕССОР

УЧЕНАЯ СТЕПЕНЬ: PHD

МЕСТО РАБОТЫ: КОСМИЧЕСКИЙ ЦЕНТР СКОЛТЕХА

КРУПНЫЙ ПЛАН

#МОЙКОСМОС Через десять дней после получения диплома я уехал из Италии в Соединенные Штаты, в MIT, чтобы приступить к научной работе на степень PhD в области проектирования систем для пилотируемых космических полетов и принять участие в изучении архитектурных решений в рамках программы NASA Созвездие (Constellation). С тех пор я пополнил ряды иностранных специалистов из Италии и приобрел опыт работы в области исследования космоса с помощью автоматических станций и, в первую очередь, наблюдения поверхности Земли из космоса.

#убердляспутников Ключевой проект, которым я в основном занимаюсь сейчас, — концепция интегрированных спутниковых систем, или, так сказать, «Uber для спутников». Космические аппараты — это сложные и дорогие машины, которые используются для различных целей, например, для наблюдения за поверхностью Земли, обеспечения передачи данных, голосовой и видеoinформации и даже для предоставления нам информации о пробках на Кутузовском проспекте. Вывод на орбиту таких аппаратов в буквальном смысле стоит дороже слитка золота равного им веса. Казалось бы, космические аппараты должны использоваться непрерывно, но это не так. Многие спутники не полностью используют свои функциональные возможности. Безвозвратные издержки ежегодно составляют многие сотни миллионов рублей. Концепция интегрированной спутниковой системы состоит в предоставлении вторичным пользова-

телям возможности по мере необходимости кратковременно использовать космические аппараты оператора и, возможно, объединять разнородные спутники для предоставления краткосрочных услуг, востребованных каким-либо нерегулярным пользователем.

#планы Мы с моими студентами продолжаем находить важные сферы применения для этой концепции, а также определяем технологические проблемы, требующие решения. Мы занимаемся созданием теоретического обоснования интегрированных спутниковых систем и развитием представлений о том, как в один прекрасный день подобные системы могут быть использованы для удовлетворения растущих потребностей в быстроразвивающихся областях знаний в космической отрасли. Мы распространяем наши идеи среди представителей космической отрасли во время нашего ежегодного семинара по интегрированным спутниковым системам, а также во время участия в международных научно-исследовательских консорциумах и научно-исследовательских проектах с внешним финансированием. В 2016 году был отмечен один крупный интегратор космических систем, рассматривающий возможность реализации интегрированных спутниковых систем в своих будущих проектах в области наблюдений за поверхностью Земли, а также отмечено большое число организаций во всем мире, проявляющих интерес к данному вопросу. Мы стали вносить свой вклад в мир космоса.



КРУПНЫЙ ПЛАН

Дмитрий Коротеев

ОБЛАСТЬ: НЕФТЕДОБЫЧА, АНАЛИЗ БОЛЬШИХ ОБЪЕМОВ ДАННЫХ

ДОЛЖНОСТЬ: СТАРШИЙ ПРЕПОДАВАТЕЛЬ

УЧЕНАЯ СТЕПЕНЬ: КАНДИДАТ ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИХ НАУК

МЕСТО РАБОТЫ: ЦЕНТР ДОБЫЧИ УГЛЕВОДОРОДОВ СКОЛТЕХА

#кругозор Наши учебные курсы построены иначе, чем в других нефтяных университетах. Мы идем от высокоуровневых основ к более детальным вещам; в других российских вузах сразу погружаются в определенное направление и в нем развиваются. Все наши курсы англоязычные, практически все разработаны совместно с западными вузами, известными в нефтяной отрасли: Heriot-Watt в Эдинбурге, Texas A&M, University of Calgary, West Virginia University и т.д. Целая ветвь нашей образовательной программы знакомит с методами прогрессивного моделирования и машинного обучения. Такого нет больше нигде.

#студенты Как преподаватель я читаю курс Reservoir Simulation & Geostatistics, веду студентов и аспирантов. У нескольких моих студентов была очень успешная практика в «Газпромнефти» и «BP Россия». Они сделали интересные работы с конкретным практическим применением в процессах, которые используются в нефтяных компаниях для планирования разработки месторождений. Один написал алгоритм для автоматической интерпретации данных гидродинамических исследований скважин. Раньше это был трудоемкий процесс, для интерпретации было задействовано много специалистов, а он за два месяца практики заменил большое количество рутинных операций алгоритмами ма-

шинного обучения. Второй парень сделал похожие вещи, но для ускорения методов классического гидродинамического моделирования пластовых течений. А третий студент фактически с нуля разработал методику прогнозирования эффективности гидроразрыва пласта, основываясь на данных предыдущих работ. Методика оказалась гораздо более точной, чем существующие, основанные на физическом моделировании и опыте геологов-разработчиков. Словом, преподавательская деятельность — это ново, интересно, здорово!

#bigdata У нас стартовали четыре проекта с «Газпромнефтью» по цифровым методам для различных аспектов нефтегазодобычи. Кроме того, я сотрудничаю с «Зарубежнефтью», с BP, планируется сотрудничество с Total. Во все проекты с «Газпромнефтью» вовлечены коллеги из Центра по научным и инженерным вычислительным технологиям для задач с большими массивами данных, Максим Федоров и его команда. Я верю, что за big data будущее, в том числе и нефтянки. Мы хотим разработать IT-платформу по прогнозной аналитике для процессов нефтегазодобычи. Это будет библиотека алгоритмов, которые смогут брать данные с определенного процесса и строить прогнозы. Это глобальная мечта, то, к чему мы все идем.



Эдвард Кроули

ОБЛАСТЬ: АЭРОНАВТИКА, АСТРОНАВТИКА

ДОЛЖНОСТЬ: ПРОФЕССОР, ПРЕЗИДЕНТ-ОСНОВАТЕЛЬ СКОЛКОВСКОГО ИНСТИТУТА НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ

УЧЕНАЯ СТЕПЕНЬ: ДОКТОР НАУК

МЕСТО РАБОТЫ: КОСМИЧЕСКИЙ ЦЕНТР СКОЛТЕХА

#МКС Первый раз я приехал в Россию студентом Массачусетского института технологий (MIT), учился в ЛГУ (Ленинградский государственный университет). Я вернулся в 1980-м, чтобы работать в Московском авиационном институте. Уже тогда строились совместные планы сотрудничества России и США в космосе. Мне удалось в некотором роде повлиять на развитие событий. В 1993 году я был включен в состав комиссии президента Клинтона, определяющей будущее NASA и космической станции. Я выступал за то, чтобы объединить космическую станцию, которую разрабатывали американцы, и российскую программу. Когда участвуешь в такого рода проектах, никогда не знаешь, какая рекомендация в перспективе будет иметь силу. Однако через шесть месяцев нашей работы возникла космическая станция, которая превратилась сегодня в МКС.

#будущее Я позитивно настроен в отношении возможного сотрудничества России и США в космосе. Это шаг в будущую жизнь человечества за пределами Земли. Мы сможем добиться этого, только если все страны будут работать вместе. Поэтому главный вопрос сегодня следующий: смогут ли лидеры всех наций и стран подняться над политическим напряжением момента и заглянуть в далекое будущее, увидеть возможность свести все нации воедино, чтобы они не соревновались, а сотрудничали в космосе.

#ВВП MIT как образовательное учреждение выпускало студентов, которые серьезнейшим образом влияли на раз-

витие американской экономики. Вклад компаний, основанных выпускниками MIT, в ВВП Соединенных Штатов составляет более 2 триллионов долларов, это 10% ВВП.

#НОВАЯЭКОНОМИКА В России есть возможность создавать новую экономику, основанную на знаниях, потому что здесь есть прекрасный интеллектуальный фундамент. Наука и образование продолжают оставаться в России сильными, и мы должны понять, как это отобразить в образовании студентов, чтобы они становились учеными-предпринимателями, учеными-новаторами, которые не только хорошо знали бы науку, математику, но и умели трансформировать ее в продукцию, в товары. Мы должны строить мост из научной в промышленную зону. Я считаю очень важным для научной организации действовать гибко и быстро, предугадывать потребности общества.

#мирумир Взаимопонимание — следствие обмена мнением и перемещения людей в пространстве. В Сколтехе это понимают, поэтому приглашают сюда ученых и студентов из разных стран. Сколтех также отправляет преподавателей и студентов в командировки в зарубежные вузы. Это залог безопасности и будущего сотрудничества. Технологический потенциал, которым мы обладаем, может нанести очень серьезный ущерб миру. И все мы, в особенности ученые, должны влиять на ситуацию таким образом, чтобы наука и образовательные системы содействовали стабильности.



КРУПНЫЙ ПЛАН

Альберт Насибулин

ОБЛАСТЬ: НАНОМАТЕРИАЛЫ

ДОЛЖНОСТЬ: ПРОФЕССОР, ДИРЕКТОР ЛАБОРАТОРИИ НАНОМАТЕРИАЛОВ

УЧЕНАЯ СТЕПЕНЬ: ДОКТОР ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК

МЕСТО РАБОТЫ: ЛАБОРАТОРИЯ НАНОМАТЕРИАЛОВ ЦЕНТРА ФОТОНИКИ И КВАНТОВЫХ МАТЕРИАЛОВ СКОЛТЕХА

#наноструктуры День за днем химии и физики открывают новый мир, собирая из атомов и молекул структуры с различными свойствами и разным кругом применения, будто бесконечный пазл. Эти 3D-модели представляют собой три фундаментальные углеродные наноструктуры: графен, фуллерен и нанотрубка, открытые в недалеком прошлом и совсем недавно ставшие предметом интенсивных исследований во всем мире. Эти углеродные наноструктуры являются ключевыми материалами, которые исследуют в лаборатории наноматериалов Сколтеха. Исследователи надеются с помощью этих материалов создать новый мир гибкой, эластичной и прозрачной электроники будущего.

#нахимичил В школе я долго выбирал между математикой и химией, любовь к экспериментам победила. Я интересовался всем подряд, от способов приготовления пороха и красивых химических реакций, до получения золота из соседних в периодической системе металлов, выжимками из цветов. Мне, кстати, удалось довольно точно воспроизвести рецептуру популярного в то время одеко-

лона «Русский лес». Но решение поступить в университет на химический факультет родилось из желания принести пользу человечеству — сделать аппарат, который позволил бы без коровы получать молоко из травы и воды. В 1989 году я поступил в Кемеровский госуниверситет на химический факультет. Со временем я заинтересовался физической химией. В 1996-м, в 24 года защитил кандидатскую диссертацию «Бинарная нуклеация пересыщенных паров глицерина в окрестности линии фазовых переходов».

#пионеры Наша лаборатория наноматериалов была первой экспериментальной лабораторией, которая открылась в Сколтехе. Было это в августе 2014 года. Сейчас группа, работающая под моим руководством, является одной из ведущих научно-исследовательских лабораторий в мире. Это уникальная среда для междисциплинарных исследований и высококлассного сотрудничества. Основные направления наших исследований — синтез углеродных наноматериалов и их применение в прозрачной, гибкой и эластичной электронике и фотовольтаике.



Андрей Осипцов

ОБЛАСТЬ: НЕФТЕДОБЫЧА

ДОЛЖНОСТЬ: СТАРШИЙ ПРЕПОДАВАТЕЛЬ

УЧЕНАЯ СТЕПЕНЬ: КАНДИДАТ ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИХ НАУК

МЕСТО РАБОТЫ: ЦЕНТР ДОБЫЧИ УГЛЕВОДОРОДОВ СКОЛТЕХА

КРУПНЫЙ ПЛАН

#недра Я занимаюсь совершенствованием технологии гидроразрыва пласта (ГРП), которая помогает повысить нефтеотдачу. Изначально эту технологию применяли, когда скважины истощались, чтобы дать новый импульс для добычи. В конце 1990-х ГРП начали внедрять для сланцевых месторождений, в первую очередь, в Северной Америке, где применялся метод горизонтального бурения. Вообще добыча нефти и газа из сланцев стала рентабельной только благодаря комбинации этих двух технологий — горизонтального бурения и многостадийного гидроразрыва пласта (МГРП).

В России технология МГРП получает все большее распространение. Появился государственный запрос на создание отечественной технологии, по замыслу превосходящей зарубежные аналоги. Я занимаюсь созданием математических моделей технологии гидроразрыва и внедрением этих моделей в симуляторы, которые используются для дизайна и планирования работ по ГРП.

#bigdata Одно из относительно новых направлений в нефтедобыче — использование методов больших данных и машинного обучения. Если при стандартном моделировании симулятор основан на математической модели, то есть физических законах сохранения, выраженных в уравнениях частных производных, — то в методах больших данных предлагается строить предиктивную модель на основе зависимости между входными и выходными данными, характеризующими процесс. Например, есть внушительный набор входных параметров, которые характеризуют технологию

ГРП: состояние пласта до ГРП, профиль скважины, геомеханические параметры породы, параметры закачки по ГРП, и состояние после ГРП — дебит скважины. Мы с коллегами изучаем подход, при котором, основываясь лишь на анализе данных, можно построить оптимизацию процесса и дать рекомендации по оптимальному дизайну технологии гидроразрыва — все это в партнерстве с Центром больших данных Сколтеха и с ключевыми нефтегазовыми компаниями, в частности, с компанией «Газпромнефть».

#перспектива В СМИ часто поднимается тема скорого заката нефтегазовой эры и быстрого старта альтернативных источников энергии. Ученые, работающие в этой области, настроены более консервативно, чем журналисты. Спрос на энергию в мире постоянно растет. При использовании альтернативных источников электроэнергии, таких как ветер или солнце, возникает проблема цикличности генерации, хранения и транспортировки энергии без потерь к местам потребления. Вместе с тем при непрерывном развитии технологий геологоразведки и повышения нефтеотдачи растет объем запасов потенциально извлекаемых углеводородов, в частности из нетрадиционных низкопроницаемых коллекторов. Так что слухи о конце эпохи углеводородов несколько преждевременны. Наша задача — пока мы добываем углеводороды, в том числе на территории России, делать это максимально эффективно и бережно, чтобы сохранить природу для будущих поколений. И технологии, которыми я занимаюсь, этому помогают.



КРУПНЫЙ ПЛАН

Константин Северинов

ОБЛАСТЬ: БИОЛОГИЯ, ЭВОЛЮЦИОННАЯ ГЕНЕТИКА

ДОЛЖНОСТЬ: ПРОФЕССОР, ДИРЕКТОР ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО ЦЕНТРА

УЧЕНАЯ СТЕПЕНЬ: ДОКТОР БИОЛОГИЧЕСКИХ НАУК, PHD

МЕСТО РАБОТЫ: ЦЕНТР СИСТЕМНОЙ БИОМЕДИЦИНЫ И БИОТЕХНОЛОГИИ СКОЛТЕХА

#бренд Отношение к российским ученым в мире замечательное. Мы для них все вышли из спутника. После того как спутник полетел в космос, американцы забеспокоились, и Кеннеди запустил ряд инициатив, благодаря которым изменилась учебная программа в американских школах и колледжах. Дети стали по-другому изучать технические предметы, изменилась мо-

дель преподавания в технических вузах. В Университете Ратгерса, где я также являюсь профессором, много профессоров старшего возраста знают какие-то фразы на русском, потому что в начале 1960-х по собственному желанию изучали язык в школе или колледже. Русские ученые — это бренд, который, может быть, даже лучше, чем кока-кола.

#МНОГИЯЛЕТА Мы никогда так долго не жили, как сейчас. Продолжительность жизни стала увеличиваться в начале XX века, и связано это в основном с появлением санитарной инфраструктуры в городах. Появились туалеты, водопроводы, стали очищать воду. Банальные, в общем, причины. Исчезли лошади, огромные количества которых способствовали заболеванию туберкулезом. Наконец, появились антибиотики.

#ХОЗЯЕВАЖИЗНИ В масштабах всей планеты мы оказываем огромное влияние, а по общей биомассе — чистая ерунда. Бактериальные клетки присутствуют на Земле гораздо в большем количестве. Бактерии были на Земле задолго до нас и будут существовать, когда мы исчезнем.

#РАЗМНОЖЕНИЕ Люди хотят иметь детей, но есть масса заболеваний, которые не позволяют паре иметь ребенка. В 1970-е годы появились «дети из пробирок», зачатые экстракорпорально. Сотни тысяч появились на свет благодаря этой технологии. Никого из них и их детей не было бы, если бы мы погрязли в спорах о том, хорошая эта технология или плохая. Дети от трех родителей — концепция, о которой сейчас мно-

го говорят, — тоже способ дать людям, страдающим определенными заболеваниями, возможность иметь здоровых детей. Кроме генов, которые мы получили от папы и от мамы, и которые находятся в наших хромосомах, есть небольшое количество генов, которые находятся в митохондриях. Митохондрия — это бывшая бактерия, у которой осталось небольшое количество «бактериальных» генов. Каждый из нас получает митохондрию и содержащиеся в ней гены только от мамы. У некоторых женщин митохондриальные гены дефектны. Поэтому дети, которые рождаются у таких женщин, заведомо будут больны. Новая технология позволяет получить оплодотворенную яйцеклетку, из которой разовьется ребенок, хромосомные гены которого будут, как и положено, наполовину от папы, наполовину от мамы, а митохондриальные гены — от третьего человека — второй женщины.

#ЗАГАДКИИСТОРИИ У нас теперь есть техническая возможность генетически идентифицировать останки древних людей. При наличии должным образом сохранившихся костных образцов можно заглянуть на 50–70 тысяч лет назад. Кроме того, сегодня можно определить, от какого именно возбудителя

чумы умирали люди во время моровых поветрий XIII века. Можно установить, из-за какого конкретно варианта вируса умирали люди во время испанки — пандемии, возникшей в конце Первой Мировой войны, можно выявить мутацию, ответственную за гемофилию царевича Алексея. Все это технически просто, нужны только образцы. Так что скоро генетики отправятся в рейды по историческим музеям для отбора проб.

#ДРУГИЕЛЮДИ Крупный вклад русских ученых — правда, при ключевом участии немецких коллег — открытие третьей ветви человечества, так называемых денисовцев, останки которых наши ученые нашли в Денисовской пещере под Новосибирском. А немецкие ученые определили геном этого человека, и выяснилось, что он одинаково далек и от неандертальца, и от современного человека. Это не раса, это отдельный, третий вид рода Homo, и было время, когда все три вида жили на планете одновременно. У современных людей есть гены и от денисовцев, и от неандертальцев, только количество их у разных людей разное. К примеру, профессор Сколтеха Филипп Хайтович опубликовал статью по анализу генов неандертальцев, которые содержатся в современных людях, и выявил,

что неандертальские гены чаще встречаются среди тех наших генов, продукты которых обеспечивают переваривание определенных видов пищи — кажется, чего-то мясного. Статья была опубликована в журнале Nature Communications.

#ВЗДОРОВОМТЕЛЕ Сейчас мое хобби — спорт. В университетские годы мне казалось, что люди делятся на два лагеря — тех, кто занимается спортом, и тех, кто думает. Занятие спортом для меня было признаком ничемности. А сейчас я понимаю, что спорт и структурирует, и очень помогает думать. Я осознал это в Америке, где много играл в теннис и катался на скейте.

#ГАРМОНИЯ Проблема в том, что, делая выбор, ты всегда отсекаешь другие возможности. Узкие специалисты, как известно, подобны флюсу. Полнота их — односторонняя. Многие мои американские коллеги-ученые умеют очень красиво и убедительно описать в грантовых заявках, чем они занимаются. Потому что они в университете изучали английскую литературу, а биологией занялись только в аспирантуре. Мне кажется, это очень правильно: прийти в профессию в зрелом возрасте, сделать осмысленный выбор во взрослом состоянии.



КРУПНЫЙ ПЛАН

Станислав Смирнов

ОБЛАСТЬ: МАТЕМАТИКА

ДОЛЖНОСТЬ: ПРОФЕССОР

УЧЕНАЯ СТЕПЕНЬ: ДОКТОР ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИХ НАУК / НАГРАДЫ: ЛАУРЕАТ ФИЛДСОВСКОЙ ПРЕМИИ (2010)

МЕСТО РАБОТЫ: ЦЕНТР ПЕРСПЕКТИВНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ СКОЛТЕХА

#нашиуниверситеты Задача Сколтеха — обновить наше образование. Надо понимать, что, с одной стороны, любой университет в мире — это очень консервативный организм. Европейские университеты, с тех пор как они появились около тысячи лет назад, занимаются созданием новых знаний и обучением студентов, то есть основные задачи их не изменились. С другой стороны, ученые — это главные инноваторы в обществе. Даже будучи

консерваторами, они же первыми что-то меняют. Если в советское время наши университеты были на передовом крае науки, потом мы отстали почти на тридцать лет. Хотелось бы, наконец, нагнать.

#напрактике Сколтех тесно связан с инновационными секторами экономики, с практическими применениями науки. Разумеется, значительная часть

фундаментальной науки всегда была нацелена на применение, но за последние 40 лет период от разработки до применения очень сократился, и хотелось бы, чтобы университеты в это были вовлечены. У нас этот процесс долгое время не был налажен в силу того, что экономика стала другой: раньше ведь заказчиком исследований было государство.

#здесьсейчас Этот год я в основном провожу в Сколтехе. Этот год, по идее, должен быть свободен от моих организационных дел и преподавания. Хотелось бы чуть больше времени уделить науке. У меня есть несколько научных проектов — по чистой математике, по математической физике, недавно я начал очень интересный проект с биологами.

#чистаяматематика Такие молодые математические центры, как наш Центр перспективных исследований, несомненно, очень нужны стране, и про это много говорится в последние годы. Среди старейших и самых известных таких центров в мире — Институт высших научных исследований в Париже (Institut des hautes études scientifiques,

INÉS), Институт перспективных исследований в Принстоне (Institute for Advanced Study, IAS). Один был создан еще до войны, другой в 1930-е годы, в нем работали Эйнштейн, Гёдель. Модель эта настолько успешная, что практически в любом уважающем себя университете в последние 30–40 лет появился такой центр. Например, Национальный научный фонд США лет 15 назад открыл Институт чистой и прикладной математики (The Institute for Pure and Applied Mathematics, IPAM). Есть несколько частных центров, не прикрепленных к университетам. У нас в стране первый такой проект намечался еще в 1985 году — вышло постановление ЦК о развитии математических исследований и преподавания и об учреждении Института Эйлера в Ленинграде. Институт и сейчас существует, но планы, когда его создавали, были более масштабные. Сейчас там проводится лишь несколько конференций в год и обсуждается, как расширить сферу деятельности. То есть у нас давно планировалось создание таких центров, просто из-за перестройки этого не случилось.

#новыесилы В математику сейчас приходит много талантливой молодежи. Среди абитуриентов математи-

ческих факультетов Санкт-Петербургского университета и Высшей школы экономики, где я вхожу в попечительский совет, очень много талантливых молодых людей со всей России. В Сколтехе нет бакалавриата, но наши магистранты ничем не хуже. Естественно, сейчас у них выбор гораздо больше, чем в советское время, когда люди шли в математику, потому что это был интересный, но безопасный выбор. Проблема не в нехватке заинтересованной молодежи в стране — ее хватает, и ведущие школы хорошо работают, и такие школы есть во многих регионах. Тонкое место скорее в том, чтобы научить их базовым вещам на уровне бакалавриата в современном контексте, а потом начать заниматься наукой на уровне аспирантуры. А с молодежью у нас все хорошо!

#наставники Главное в таких областях — хорошие научные руководители, с которыми можно заниматься современными вопросами. Это сейчас основная проблема, поскольку наша наука за последние 30 лет частично провинциализировалась. Это не значит, что у нас нет ведущих ученых, это значит, что у нас нет передовых исследований. Важно это починить.

#прошлое У нас по-прежнему учат считать руками сотни интегралов, хотя сейчас, естественно, инженеры интегралы не считают, они работают с большими данными. Это совершенно другие навыки. Даже когда математик считает интегралы, обычно это делает за него какая-то вычислительная система. Важно правильно понимать, как работает эта система, чтобы уметь сформулировать для нее задачу, а не обсчитывать это все руками, как 50–60 лет назад.

#будущее Сколтех, как и многие другие российские университеты, начал работать с талантливыми школьниками. Такие проекты выгодны и университетам, и, в первую очередь, школьникам. Они призваны решать профориентационную проблему. Даже самый талантливый школьник черпает знания о том, как работает биолог, из школьного курса биологии, который далеко не лучший и не самый современный. То же самое с математикой. В этих курсах не говорится ни о том, как работают ученые, ни о том, как математика применяется в жизни, как ее сегодня применяют инженеры. Некоторые новые проекты пытаются изменить ситуацию, строят мосты между школьниками и университетами.



Кит Стивенсон

ОБЛАСТЬ: МОЛЕКУЛЯРНАЯ ХИМИЯ

ДОЛЖНОСТЬ: ПРОРЕКТОР ПО ИССЛЕДОВАНИЯМ, ДИРЕКТОР ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО ЦЕНТРА

УЧЕНАЯ СТЕПЕНЬ: PhD

МЕСТО РАБОТЫ: ЦЕНТР ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОГО ХРАНЕНИЯ ЭНЕРГИИ СКОЛТЕХА

#СИМВОЛ Я держу в руке разводной ключ, известный также как ключ Форда, — это универсальный многофункциональный инструмент, используемый для сборки, крепления и соединения многих элементов. Это изобретение было обязательным инструментом в комплекте каждого автомобиля Ford Model A, ведь оно могло помочь поддерживать в рабочем состоянии множество компонентов самого первого из серийно выпускаемых автомобилей, доступного массовому потребителю. Сейчас без такого инструмента не может обойтись ни один строитель, мастер или ремонтник, желающий что-то построить или починить. Разводной ключ (Monkey's Wrench) — это также название одной из моих любимых книг, написанной итальянским писателем-химиком Примо Леви. Повествование ведет рассказчик, химик, который обменивается историями со строителем, решающим техническую производственную задачу высокой сложности; в книге также рассказывается, как химик спас свою фабрику по производству лакокрасочных материалов от экономического краха. Я прочел эту книгу как раз перед поступлением в магистратуру, и эта история о том, что химик может быть создателем, инноватором и строителем самых разных конструкций, оказала на меня большое влияние.

#сборка Будучи по специальности химиками, для создания новых молекул и материалов мы используем таблицу Менделеева, это наш базовый инструментарий. Если

вдуматься, моя отличительная черта как личности и как ученого в том, что я являюсь строителем многих структур. Я — «химик-монтажник», чья работа и жизнь неразрывно связаны друг с другом. С помощью различных инструментов я вручную создал множество вещей. Я собирал мебель в своем доме, строил дома и гаражи, делал игрушки и другие полезные мелочи. В детстве я пользовался инструментами, чтобы разбирать все на части, а потом собирать заново, причем с новыми функциями. Я до сих пор помню трехколесный велосипед, который собрал в пятилетнем возрасте. Для меня работа руками и строительство — это творческий труд с использованием собственной интуиции и собственных инструментов. Как химик я тоже пользуюсь самыми различными инструментами для получения новых молекул и материалов, для создания новых научных приборов с целью открыть, испытать и количественно оценить свойства новых материалов и объяснить механизмы, которые ими управляют. Я также создавал всемирно известные образовательные и научно-исследовательские программы и крупные научно-инновационные центры.

#здесьсейчас Сейчас я создаю здесь Центр электрохимического хранения энергии, который будет готовить новое поколение экспертов для обеспечения развития энергетической отрасли в России и в мире. Мы продемонстрируем материалы, устройства и системы, которые станут основой инновационных возможностей для создания перспективных энергетических технологий.

Люди и время

Сборник интервью «Математические прогулки» стал красивым итогом одноименного совместного научно-просветительского медиапроекта Сколтеха и ИППИ РАН

«В последние годы математика становится не просто значимым, а абсолютно необходимым, ключевым элементом развития мультидисциплинарных областей знания, ставших основным драйвером прогресса, интерфейсом, через который человечество воспринимает достижения фундаментальных наук. А потенциальный успех этой книги я бы измерил количеством тех мальчишек, которые выберут эту профессию, как в свое время ее выбрал я».

АЛЕКСАНДР КУЛЕШОВ
РЕКТОР СКОЛТЕХА, АКАДЕМИК РАН



Выход новой книги «Математические прогулки» в издательстве «Паулсен» первым тиражом 2000 экземпляров стал одним из самых ярких научно-популярных издательских проектов весны 2017 года: в книгу вошли 25 интервью с ведущими российскими учеными. Беседы с обладателями медали Филдса Сергеем Новиковым, Григорием Маргулисом, Станиславом Смирновым и другими выдающимися математиками уже собрали сотни тысяч просмотров на сайтах ведущих общественно-политических и научных СМИ, а теперь стали и уникальным собранием в формате печатного издания. Презентация нового издания состоялась в июне 2017 года в Сколковском институте науки и технологий. В течение года в Москве, Казани, Красноярске и других городах страны прошла серия мероприятий, в которых приняли участие герои интервью «Математических прогулок», студенты и молодые ученые, учащиеся физико-математических школ.





#5

#НОВЫЙУНИВЕРСИТЕТ
#ЛУЧШИЙКАМПУС
#ВОСТОЧНОЕКольцо
#HERZOG&DEMEURON
#УНИКАЛЬНЫЙПРОЕКТ
#ВОТГДЕНАДОУЧИТЬСЯ
#НОВОСЕЛЬЕ2018

НОВЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

НОВЫЙ КАМПУС СКОЛТЕХА – КОМПЛЕКС «ВОСТОЧНОЕ КОЛЬЦО»
РАСПОЛОЖЕН НА ТЕРРИТОРИИ ИННОВАЦИОННОГО ЦЕНТРА «СКОЛКОВО» (МОСКВА).

ПРОЕКТ АРХИТЕКТУРНОГО БЮРО
HERZOG & DE MEURON (ШВЕЙЦАРИЯ).

ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ПОДРЯДЧИК
АО «ПУТЕВИ УЖИЦЕ» (СЕРБИЯ).

ОБЩАЯ ПЛОЩАДЬ ЗАСТРОЙКИ
ПЕРВОГО ЭТАПА — 11,35 ГА.

КОМПЛЕКС «ВОСТОЧНОЕ КОЛЬЦО»:

ОБЩАЯ ПЛОЩАДЬ ЗДАНИЯ – 133 979 М²
КОЛИЧЕСТВО ЭТАЖЕЙ НАЗЕМНОЙ ЧАСТИ – 3
КОЛИЧЕСТВО ЭТАЖЕЙ ПОДЗЕМНОЙ ЧАСТИ – 1
ВЫСОТА ЗДАНИЯ – 22,42 М
ДИАМЕТР ЗДАНИЯ – 280 М
ДЛИНА ОКРУЖНОСТИ – 880 М

СРОК СДАЧИ 1-ОГО ЭТАПА
— ВЕСНА 2018 ГОДА,
ПЛАНИРУЕМЫЙ ВВОД В ЭКСПЛУАТАЦИЮ
ПЕРВОЙ ОЧЕРЕДИ НОВОГО КОМПЛЕКСА —
2018 ГОД.



200 профессоров
360 постдоков и исследователей
1200 магистрантов и аспирантов

большая наука
отличное образование
изменяют мир
люди создают
новый университет



В СКОЛТЕХЕ ОТКРЫТ НАБОР СТУДЕНТОВ НА 10 МАГИСТЕРСКИХ ПРОГРАММ:



Биотехнология



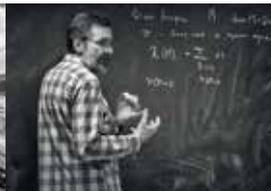
Вычислительные
системы в науке
и технике



Инновационные
и цифровые
инженерные
технологии



Космические
и инженерные
системы



Математическая
и теоретическая
физика



Материаловедение



Наука о данных



Нефтегазовое
дело



Фотоника
и квантовые
материалы



Энергетические
системы

 Full-time (2 года)

 Обучение на английском языке

 Бесплатно

 Высокая стипендия

Узнать больше
и подать заявку:

msc.skoltech.ru

