

СОЗДАВАЯ ВМЕСТЕ

Сколковский институт
науки и технологий

Сколтех
Годовой
отчет

22

Содержание

| | |
|---------|--|
| 03–07 | Общая информация Об отчете Вступительные обращения |
| 08–23 | О Сколтехе Целеполагание История развития Стратегия Ключевые цифры и факты |
| 24–197 | Отчет о выполнении Стратегии Общий контекст Исследования мирового уровня Технологическая экспертиза Образование: магистратура, аспирантура, ДПО Развитие стартап-среды Работа с широкой аудиторией Ключевые показатели |
| 197–228 | Сообщество Сколтеха Персонал Студенты Выпускники |
| 229–242 | Управление Органы управления Руководство |
| 243–254 | Операционное управление и финансовые результаты |
| 255–256 | Кампус |



Об отчете

Годовой отчет Сколковского института науки и технологий является документом стратегической отчетности, предназначенный для органов управления, партнеров и более широкого круга. Отчет структурирован по стратегическим инициативам с учетом рекомендаций органов управления по содержанию информации.

Отчет 2022 года представляет обзор сложного, но успешного для Сколтеха периода, в котором результаты были достигнуты в условиях беспрецедентных вызовов, требующих быстрых и нелинейных решений. Отчетные данные приводятся на 30 декабря 2022 года, если не указаны дополнительные пояснения. Финансовые результаты

представлены предварительно и будут подтверждены независимым аудитором.

Все годовые отчеты Сколтеха традиционно издаются в корпоративном дизайне, концепция которого основана на графических элементах авангарда – символах новаторства и динамики.

Отчет 2021 года был отмечен сертификатом 5* крупнейшего национального рейтингового агентства RAEX Analytics, отчет 2022 года также будет представлен на ежегодный конкурс корпоративной отчетности.

Годовой отчет утвержден Попечительским советом 17 апреля 2023 года.



Общая информация

Обращение
Председателя ВЭБ.РФ

Сколковский институт науки и технологий в полном объеме выполняет свой мандат – разработку и внедрение собственных технологий, развитие и трансфер компетенций по важнейшим для страны направлениям.



Вклад в достижение технологического суверенитета и трансформацию российской экономики – приоритетная повестка Группы ВЭБ.РФ сегодня. В данной парадигме Сколковский институт науки и технологий в полном объеме выполняет свой мандат – разработку и внедрение собственных технологий, развитие и трансфер компетенций по важнейшим для страны направлениям: искусственный интеллект, сети 5G, энергетические технологии, новые материалы, технологии добычи углеводородов, генетика и агротехнологии, современная инженерия.

На компетенции Сколтеха полагаются российские компании высокотехнологичного сектора и правительственные органы, определяющие направления научно-технологической повестки страны на ближайшие годы и долгосрочную перспективу. С участием Сколтеха Правительством России определены концепции и дорожные карты по ряду приоритетных направлений. Некоторые технологические решения полностью разработаны «с нуля» и переданы в промышленное масштабирование.

Коллектив Сколтеха отличает высокий уровень профессионализма и стремление к поиску новаторских решений, которые сейчас важны как никогда.

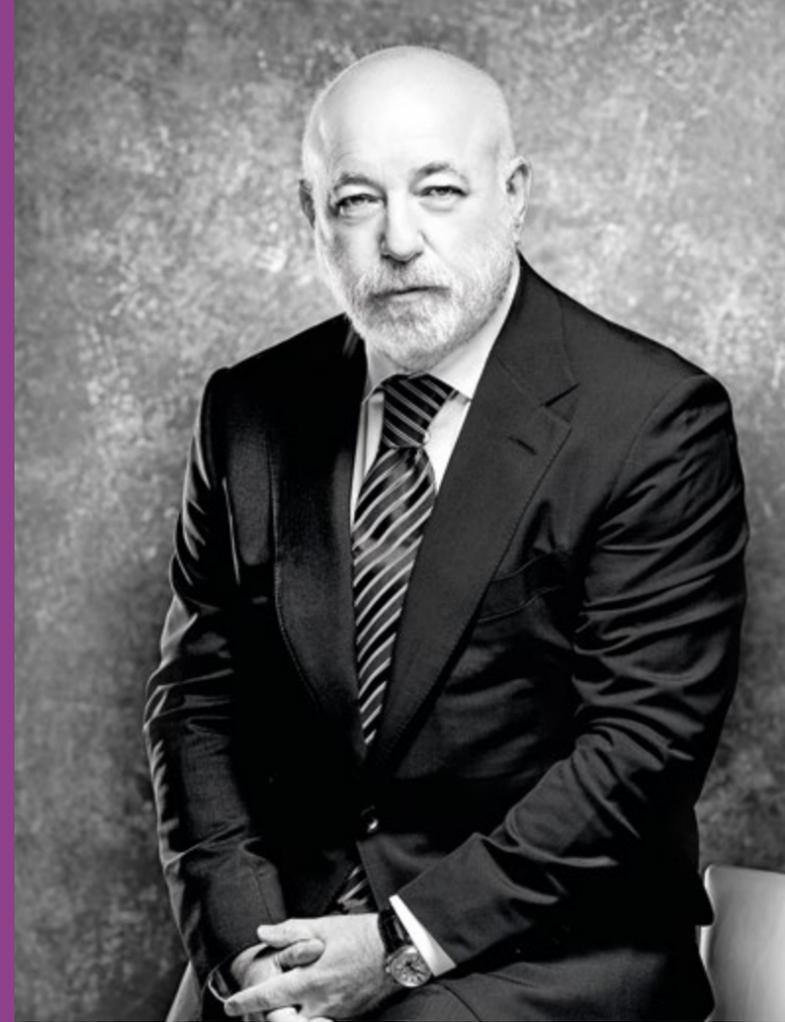
Институт продолжает давать стране новые высококлассные кадры по самым востребованным направлениям. Уверен, что в новых условиях Сколтех сыграет важную роль, выступая передовым научным отрядом всей системы организаций развития Группы ВЭБ.РФ.

Игорь Шувалов,
Председатель ВЭБ.РФ



Обращение Председателя Попечительского совета

Сегодня Сколтех – повсеместно узнаваемый бренд в мире науки, технологий, технологических разработок и инноваций. Мы хорошо интегрированы в международное университетское сообщество и продолжаем развивать сотрудничество с ведущими университетами по всему миру.



Я всегда считал, что Сколтех – наиважнейшая составляющая инновационной экосистемы Сколково, нацеленная на преодоление разрыва между фундаментальными научными исследованиями и коммерциализацией результатов технологических проектов для развития следующего поколения научных предпринимателей. Сегодня, в 2023 году, Сколтех – не только мост между наукой и коммерческой составляющей, но и институт с комплексной программой НИОКР, о чем свидетельствует наличие масштабного портфеля прикладных проектов, обширной отраслевой сети, а также разработанных технологических решений, востребованных в промышленности. Сообщество Сколтеха стало колыбелью высококвалифицированных активных предпринимателей, реализующих запуск технологических стартапов в Сколково и за его пределами.

2022 год стал годом беспрецедентных изменений и неопределенности, однако, Сколтех продемонстрировал устойчивость модели, приверженность реализации стратегии и ожиданиям заинтересованных сторон. Превосходные результаты подтверждаются не только количественными показателями, но и постоянными прорывами в области исследований и технологий. Мы приняли все необходимые решения для сохранения основного академического преподавательского состава, обеспечения соответствия технологической повестки меняющимся потребностям национальной экономики и пересмотра международной стратегии.

Поворотным моментом в 2022 году стало прекращение партнерства между Сколтехом и МТИ. Лично я благодарен проф. Рафаэлю Райфу за наше взаимовыгодное сотрудничество на протяжении всех этих лет, начиная с зарождения Сколтеха как концепции в формате «презентации в pdf» до признания Сколтеха одним из ведущих молодых университетов мира.

Сегодня Сколтех – повсеместно узнаваемый бренд в мире науки, технологий, технологических разработок и инноваций. Мы хорошо интегрированы в международное университетское сообщество и продолжаем развивать сотрудничество с ведущими университетами по всему миру. Мы – значимый неотъемлемый элемент международной научно-технологической повестки.

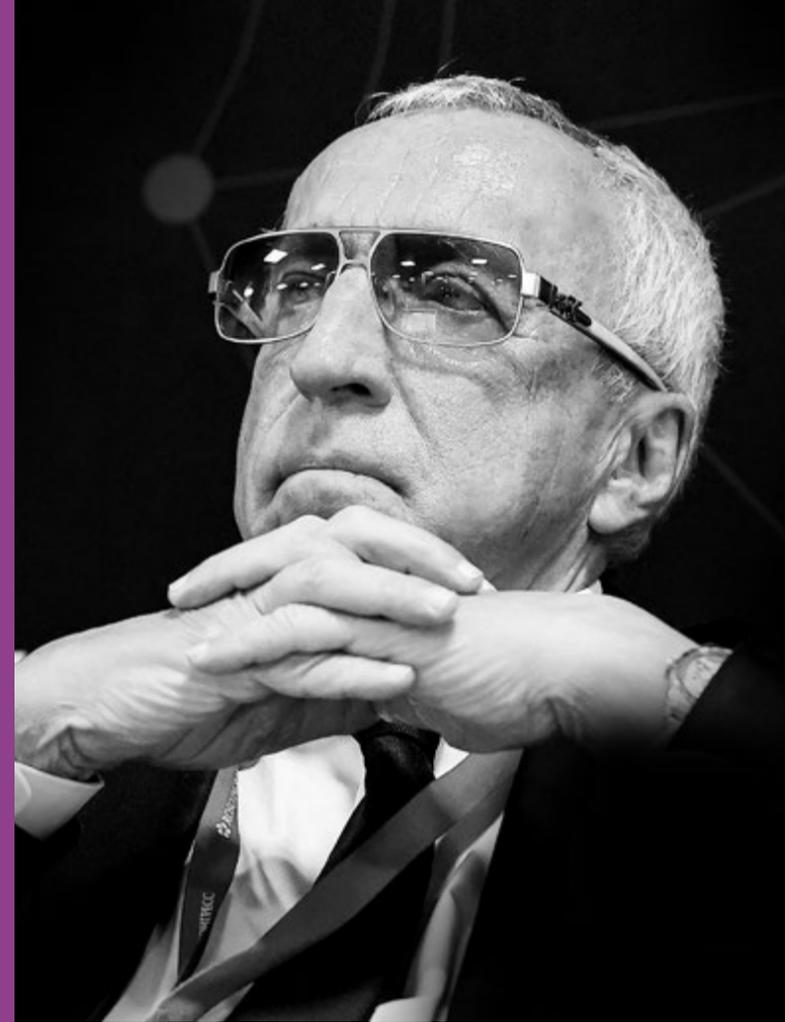
В 2023 году мы будем по-прежнему иметь дело с неопределенностью. Но, с другой стороны, впереди – новые огромные возможности, и у Сколтеха есть и грамотная стратегия, и преданная команда для того, чтобы эти возможности в полной мере реализовать и обеспечить отличный результат.

Виктор Вексельберг,
Председатель Попечительского совета



Обращение ректора

Сколтех сохранил приверженность основополагающему принципу Стратегии – высочайшее качество результатов как основа долгосрочного развития. Многочисленные примеры достижений в исследованиях и разработках, образовании и инновациях, показывают актуальность видения, модели и Стратегии.



В 2022 году мы столкнулись с беспрецедентными вызовами: нарастающая международная изоляция, расторжение многолетнего соглашения с МТИ, санкции, увольнения ключевых профессоров, досрочные выходы попечителей, расторжение контрактов. Тем не менее этот год считаю результативным, и для меня большая честь представить достижения нашего коллектива.

Выполнены все стратегические показатели, но, что более важно, Сколтех сохранил приверженность основополагающему принципу Стратегии – высочайшее качество результатов как основа долгосрочного развития. Многочисленные примеры достижений в исследованиях и разработках, образовании и инновациях, показывают актуальность видения, модели и Стратегии Сколтеха.

Результаты 2022 года стали возможны, прежде всего, благодаря высокому профессионализму коллектива, мотивации и приверженности тому, что мы создаем – для студентов, партнеров, страны и мира. Благодарю каждого за работу и преданность нашим общим целям.

Стремление к высоким стандартам заложено в академической культуре Сколтеха, начиная с политики избрания профессоров. Хотелось бы вспомнить Игоря Моисеевича Кричевера, который совсем недавно ушел из жизни. Это тяжелая утрата для нас и всего международного сообщества математиков. Возглавляя более пяти лет Комитет Ученого совета, профессор Кричевер заложил самые высокие международные стандарты и подходы по избранию и повышению профессоров. В память о выдающемся вкладе в развитие института, Центру перспективных исследований присвоено имя Игоря Кричевера.

Сегодня, в 2023 году, наша главная цель остается прежней – быть одним из лучших институтов науки и технологий в России и мире. Уверен, мы сможем этого добиться.

Александр Кулешов,
ректор





О Сколтехе

Целеполагание

Миссия – для чего мы созданы

Сколтех вносит вклад в развитие экономики и общества через накопление, рост и применение академических и технологических компетенций, повышение предпринимательской активности.

Видение – какой институт мы строим

Сколтех создавался в 2011 году как международный университет новой модели, нацеленный стать ведущим в области науки и технологий за счет высочайшего уровня результатов и их влияния на экономику и общество.

Сколтех реализует исследовательские программы на переднем крае науки и технологий, в областях, значимых для России и мира. Организационная модель способствует выполнению как прикладных, так и фундаментальных исследований, что позволяет быстро реагировать на внешние изменения и новые приоритеты, сохраняя при этом динамику развития.

Уникальная особенность Сколтеха – программа предпринимательства и инноваций. Созданный по модели «тройной спирали», Сколтех интегрирует инновационный компонент в исследования и образование.

Важную роль в развитии института играет международная деятельность – привлечение иностранных студентов и специалистов, интеграция в профессиональное сообщество, совместные проекты с университетами и исследовательскими центрами.

Сколтех – молодая организация. Мы строим новый институт, открывая новые возможности профессионального развития.

Позиционирование – кто мы сегодня

За 11 лет Сколтех сформировал прочную позицию в России и международном сообществе, сохраняя приверженность миссии и видению.

Исследования мирового уровня

15 центров ведут передовые исследования по направлениям искусственного интеллекта, наук о жизни и агротехнологий, современной инженерии и перспективных материалов, энергоэффективности и энергоперехода, телекоммуникаций, фотоники, перспективных исследований. Коллективы центров создаются и развиваются вокруг фундаментальных и прикладных задач, определенных долгосрочными программами развития. Результаты исследований признаны на международном уровне: несколько лет подряд Сколтех удерживает лидерство в престижных рейтингах Nature Index и Research.com по показателям исследовательской деятельности.

Технологические компетенции для национальной экономики

Технологические компетенции Сколтеха востребованы компаниями и органами государственной власти. Институт реализует программы НИОКР совместно с компаниями, ключевые мероприятия федеральных программ по высокотехнологичным направлениям, включая современные и перспективные сети мобильной связи, искусственный интеллект, отечественное приборостроение гражданского назначения для научных исследований. Сколтех – надежный партнер государства в подготовке концепций и дорожных карт. Среди направлений экспертной работы – развитие производства и использования электрического автомобильного транспорта, искусственный интеллект, перспективные космические системы и сервисы.



Skoltech

SKOLKHOV INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY
UPON THE RECOMMENDATION OF THE FACULTY HEREBY CONFERS ON

Natchawat Faichu

THE DEGREE OF
MASTER OF SCIENCE
IN
Materials Science

WITH ALL THE RIGHTS AND PRIVILEGES THEREO PERTAINING
GIVEN AT SKOLKHOV, MOSCOW, RUSSIAN FEDERATION,
ON THE TWENTY FOURTH DAY OF JUNE IN THE YEAR TWO THOUSAND AND TWENTY TWO


ALEXANDER KULSHRESHTHA
President




CLÉMENT FORTIN
Associate Provost, Dean of Education

Skoltech

SKOLKHOV INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY
UPON THE RECOMMENDATION OF THE FACULTY HEREBY CONFERS ON

Tatiana Dubinina

THE DEGREE OF
MASTER OF SCIENCE
IN
Materials Science

WITH ALL THE RIGHTS AND PRIVILEGES THEREO PERTAINING
GIVEN AT SKOLKHOV, MOSCOW, RUSSIAN FEDERATION,
ON THE TWENTY FOURTH DAY OF JUNE IN THE YEAR TWO THOUSAND AND TWENTY TWO


ALEXANDER KULSHRESHTHA
President




CLÉMENT FORTIN
Associate Provost, Dean of Education

Образование в передовых областях науки и технологий

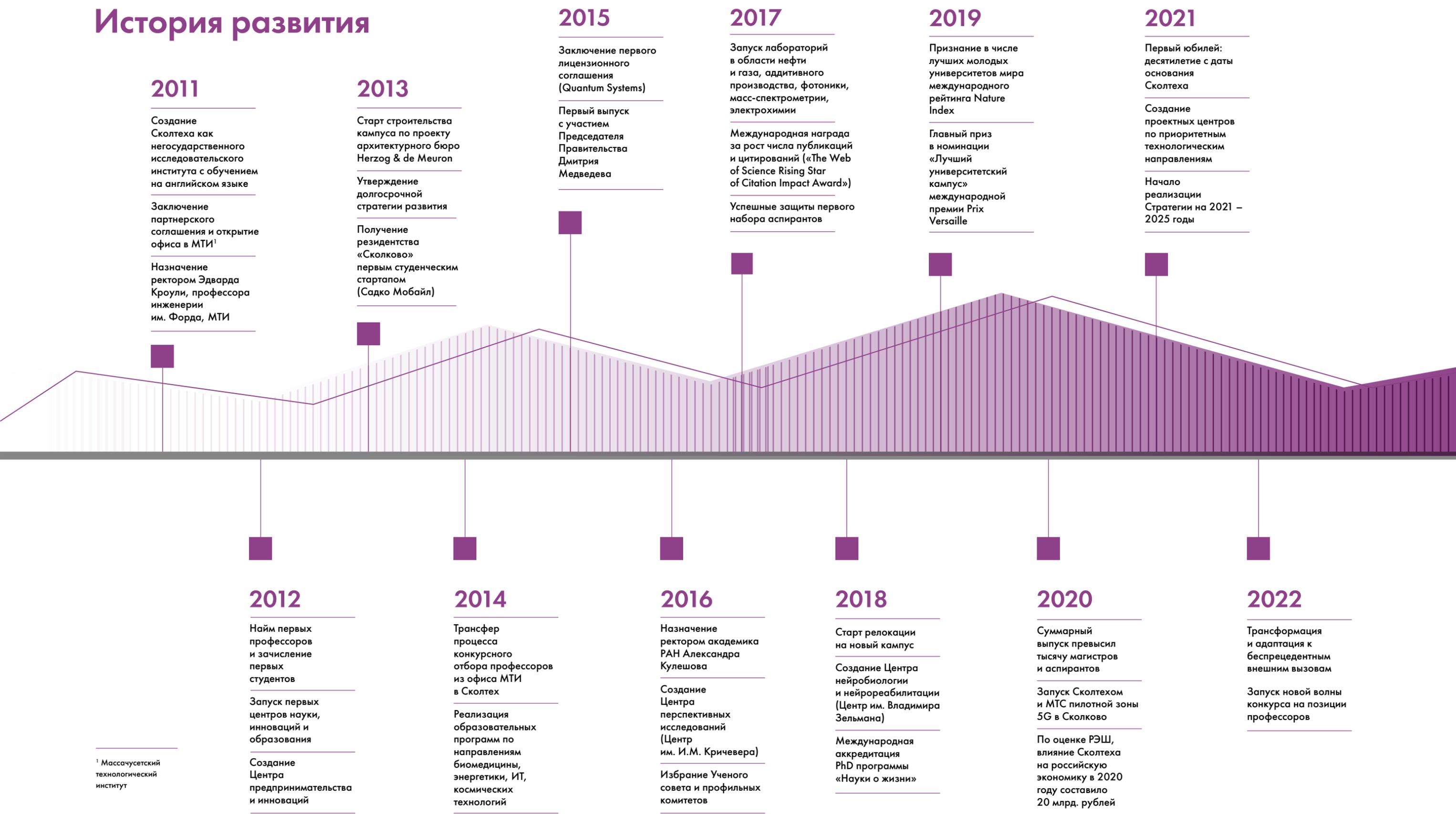
Конкурентные образовательные программы магистратуры и аспирантуры привлекают тысячи заявок из России и зарубежных стран. На протяжении нескольких лет сохраняется высокий конкурс, при этом Сколтех зачисляет только 3% самых талантливых и амбициозных абитуриентов. Программа подготовки высококвалифицированных специалистов подтверждает свою результативность. Выпускники работают в ведущих компаниях и исследовательских центрах, некоторые создали собственные стартапы технологического профиля. Все они – лидеры, способные проектировать изменения, глобально мыслить и глобально действовать. Также Сколтех реализует программы для управленческих кадров и молодых специалистов российских

высокотехнологичных компаний по направлениям перспективных материалов, аддитивного производства, 5G и интернета вещей, агротехнологий, добычи углеводородов, технологического менеджмента.

Интеллектуальное ядро в Сколково

Сколтех создавался как интеллектуальное ядро инновационного центра «Сколково». На сегодня 85 из 148 стартапов Сколтеха, созданных профессорами, исследователями, студентами и выпускниками, стали участниками Сколково. Сколтех – партнер международной гимназии «Сколково». Каждый год профессора и исследователи делятся со школьниками самыми последними достижениями науки и технологий на семинарах, лекциях и мастер-классах.

История развития



2011

Создание Сколтеха как негосударственного исследовательского института с обучением на английском языке

Заключение партнерского соглашения и открытие офиса в МТИ¹

Назначение ректором Эдварда Кроули, профессора инженерии им. Форда, МТИ

2013

Старт строительства кампуса по проекту архитектурного бюро Herzog & de Meuron

Утверждение долгосрочной стратегии развития

Получение резидентства «Сколково» первым студенческим стартапом (Садко Мобайл)

2015

Заключение первого лицензионного соглашения (Quantum Systems)

Первый выпуск с участием Председателя Правительства Дмитрия Медведева

2017

Запуск лабораторий в области нефти и газа, аддитивного производства, фотоники, масс-спектрометрии, электрохимии

Международная награда за рост числа публикаций и цитирований («The Web of Science Rising Star of Citation Impact Award»)

Успешные защиты первого набора аспирантов

2019

Признание в числе лучших молодых университетов мира международного рейтинга Nature Index

Главный приз в номинации «Лучший университетский кампус» международной премии Prix Versailles

2021

Первый юбилей: десятилетие с даты основания Сколтеха

Создание проектных центров по приоритетным технологическим направлениям

Начало реализации Стратегии на 2021 – 2025 годы

2012

Найм первых профессоров и зачисление первых студентов

Запуск первых центров науки, инноваций и образования

Создание Центра предпринимательства и инноваций

2014

Трансфер процесса конкурсного отбора профессоров из офиса МТИ в Сколтех

Реализация образовательных программ по направлениям биомедицины, энергетики, ИТ, космических технологий

2016

Назначение ректором академика РАН Александра Кулешова

Создание Центра перспективных исследований (Центр им. И.М. Кричевера)

Избрание Ученого совета и профильных комитетов

2018

Старт релокации на новый кампус

Создание Центра нейробиологии и нейрореабилитации (Центр им. Владимира Зельмана)

Международная аккредитация PhD программы «Науки о жизни»

2020

Суммарный выпуск превысил тысячу магистров и аспирантов

Запуск Сколтехом и МТС пилотной зоны 5G в Сколково

По оценке РЭШ, влияние Сколтеха на российскую экономику в 2020 году составило 20 млрд. рублей

2022

Трансформация и адаптация к беспрецедентным внешним вызовам

Запуск новой волны конкурса на позиции профессоров

¹ Массачусетский технологический институт

Стратегия

Приоритеты развития Сколтеха на 2021 – 2025 годы определены в Стратегии, утвержденной Попечительским советом и Общим собранием Учредителей в декабре 2020 года.

Стратегия Сколтеха фокусируется на достижении двух целей:

- стать ключевым экспертом в национальной технологической повестке,
- стать лучшим университетом науки и технологий в России для талантливых бакалавров, магистров и аспирантов.

Основополагающий принцип Стратегии – высочайший уровень результатов как основа долгосрочного развития. Цели Стратегии достигаются через

инициативы, объединенные в три блока:

- влияние результатов на развитие экономики и общества,
- подготовка лидеров в науке, технологиях и бизнесе,
- стратегическое управление.

Стратегия актуализируется на основе результатов и новых задач. Актуализация 2021 года касалась пересмотра научно-технологической программы, мероприятий по развитию человеческого капитала, системы КПЭ. В сложном контексте 2022 года Стратегия не менялась, вместе с тем проводился ряд незапланированных мероприятий в целях решения задач по стратегическим инициативам. Существенный пересмотр Стратегии запланирован на 2023 год.



Ключевые цифры и факты

Показатели 2022 года

15

центров по перспективным направлениям науки и технологий

№1

в области компьютерных наук, генетики и молекулярной биологии

рейтинг Research.com²

126

публикаций в журналах группы Nature Index и престиж. конференциях в области ИИ (A*)

по числу статей на профессора на уровне топ молодых университетов мира

1293

общая численность персонала

1028

магистров и аспирантов

19%

доля иностранных студентов

1718

выпускников в 48 странах

103

компаний-партнера по проектам НИОКР

160%

рост выручки по контрактам ДПО

2.9

млрд. рублей объем привлеченных средств³

148

стартапов в Сколково и за пределами экосистемы

134 000

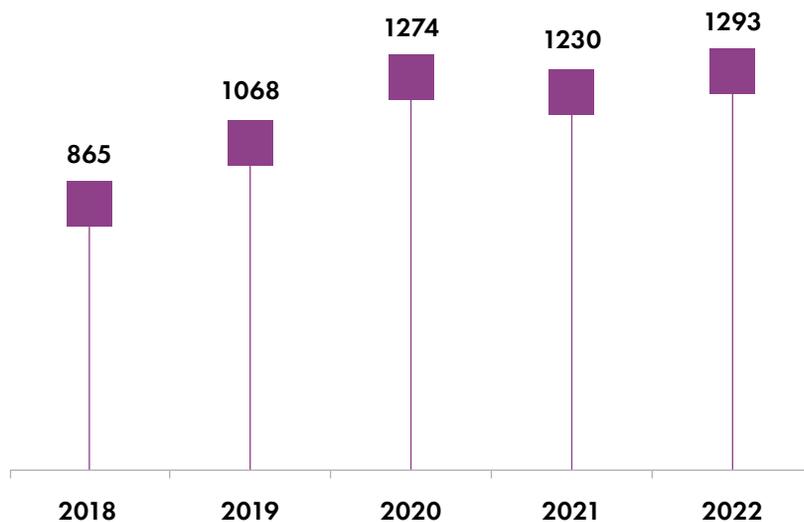
кв. м площадь кампуса мирового уровня

² Рейтинг университетов в России.

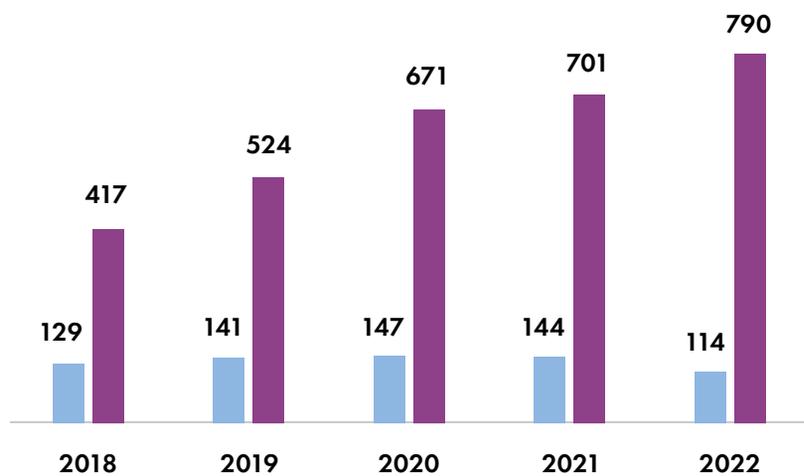
³ Объем выполненных работ по контрактам НИОКР, грантам, ДПО.

Ключевые показатели в динамике

Персонал



Академический персонал, инженеры

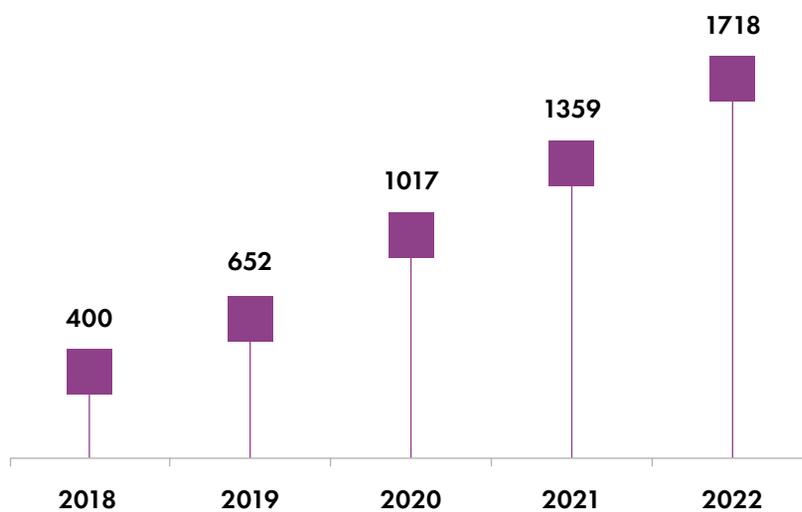


■ Профессора ■ Научные работники, инженеры

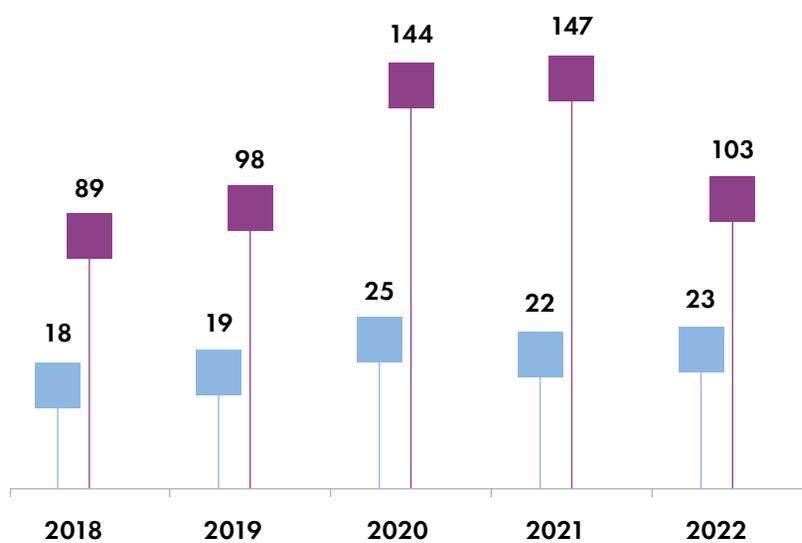
Обучающиеся



Выпускники (накоп. итог)



Публикации в журналах Nature Index и престижных конференциях в области искусственного интеллекта (A*)

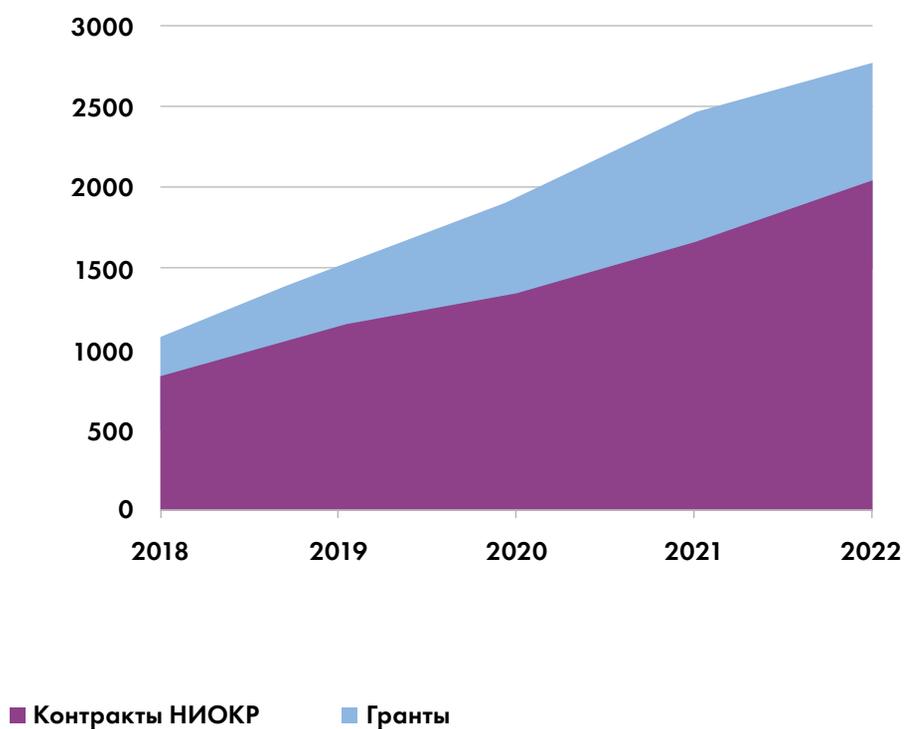


■ Журналы группы Nature Index

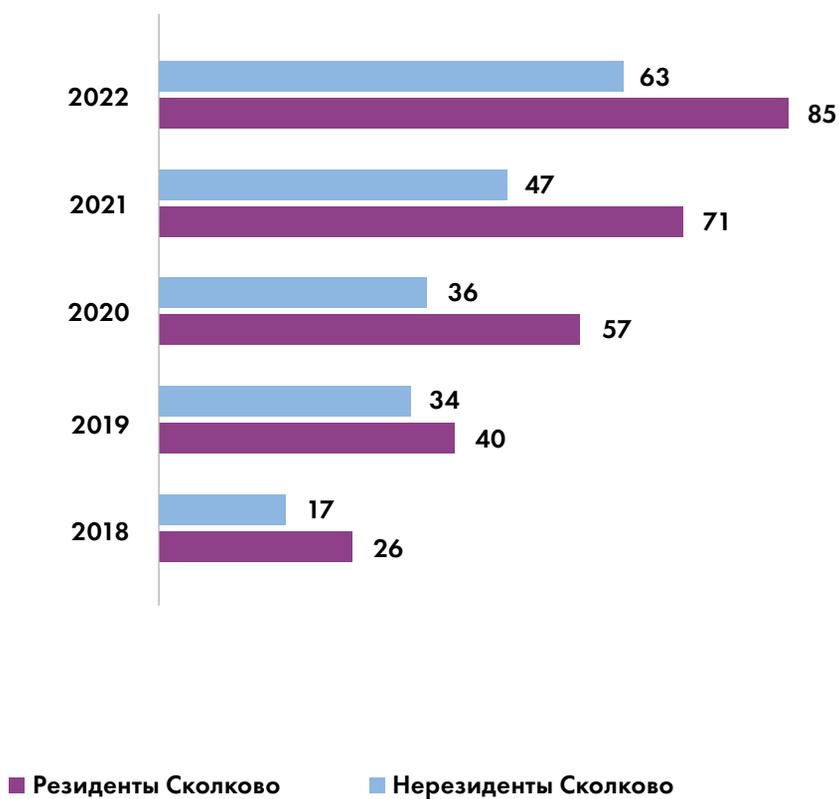
■ Конференции в области ИИ (A*)

Доля авторства в публикациях в журналах Nature Index (2022)

Объем ежегодного финансирования исследований (млн. рублей)



Стартапы Сколтеха* (накоп. итог)



*Юридические лица, получившие статус участника проекта «Сколково», при участии в капитале Сколтеха, магистров, аспирантов, выпускников, научных работников, профессоров и иных исследователей



Отчет о выполнении Стратегии

Обращение старшего
вице-президента
по развитию

В стрессовых условиях наиболее ярко проявляются сильные стороны, которые играют решающую роль в сохранении устойчивости и способности адекватно отвечать на вызовы.

Неизменная сильная сторона и ценность нашего института – коллектив профессионалов самого высокого уровня.



Прошедший год стал для Сколтеха серьезным вызовом. На фоне беспрецедентных по характеру и масштабу изменений, высокого уровня неопределенности и нестабильности, практически все возможные угрозы, которые мы обсуждали в 2020 году, планируя Стратегию, стали новой реальностью. Многие инициативы вынужденно отошли на второй план, уступив место срочным мерам в ответ на санкции.

Безусловно, стрессовые условия – это проверка для любой организации. Именно в таких условиях наиболее ярко проявляются сильные стороны, которые играют решающую роль в сохранении устойчивости и способности адекватно отвечать на вызовы.

Неизменная сильная сторона и ценность нашего института – коллектив профессионалов самого высокого уровня, который удалось

собрать по крупицам за десятилетие. Сколтех сегодня – это те, кто стоял у истоков, и те, кто стал частью института совсем недавно. Те, кто привносит многолетний богатый опыт работы в лучших университетах и высокотехнологичных компаниях в России и мире, и те талантливые и амбициозные молодые специалисты, которые начинают профессиональный путь.

В крайне сложный период мы добились многого и остались привержены Сколтеху. Именно поэтому, каждая страница отчета 2022 года по-своему особенная. Это научные результаты и их международное признание, внедренные технологии, блестящие студенты и выпускники. Это и выбранный нами курс адаптации к новым условиям, поиск точек роста и формирование основ для новой стратегии.

Впереди 2023 год, а вместе с ним – давно назревшие и новые задачи. Их решение потребует командной работы и диалога на всех уровнях, следования общим приоритетам, творческого подхода и опоры на смыслы в определении планов, ответственности за комплексные решения.

Александр Сафонов,
старший вице-президент
по развитию



Общий контекст



Контекст реализации Стратегии определялся не только макроэкономическими и технологическими трендами, но и ростом геополитической напряженности.

На фоне высокой волатильности человеческого капитала кадровая политика была направлена на удержание персонала, выработку ответных мер и адаптацию процессов. В таких условиях найм персонала был крайне ограниченным, прежде всего, в части привлечения иностранных специалистов.

Усиление фрагментарности международной повестки повлияло на проекты и планы государственных фондов. Были закрыты программы РФ с Бельгией, Францией и Германией, новые конкурсы с европейскими партнерами не проводились.

С учетом приоритетов государственной технологической политики финансирование по федеральным программам выделялось на направления технологического суверенитета: искусственный интеллект, электроника, перспективные материалы, научное приборостроение. Приоритетами инвестиционных программ компаний

стали проекты с высоким уровнем технологической готовности для быстрого восполнения потребностей в технологиях и оборудовании под санкциями.

Беспрецедентный разрыв логистических цепочек и поставок произошел с производителями исследовательского оборудования в США, странах Европы, Японии, что вызвало необходимость срочного поиска альтернатив.

На рынке образовательных услуг продолжался рост конкуренции за таланты, в основном среди университетов технологического профиля. На целевую студенческую аудиторию также влияли российские ИТ-компании и их филиалы за рубежом, предлагающие краткосрочные программы.

В сегменте дополнительного профессионального образования, традиционно сильного программами для управленческих кадров, наблюдался устойчивый спрос на развитие технологических компетенций.

В контексте 2022 года Сколтех смог сохранить прочные позиции и приверженность целям развития, демонстрируя значимые результаты по всем направлениям деятельности.

Исследования мирового уровня

Международное признание результатов исследований

Сколтех нацелен на высокий уровень результатов исследований и их международное признание, устойчивое грантовое финансирование, развитие программ сотрудничества в России и за рубежом. В 2022 году статус университета

мирового уровня подтвержден академическим признанием профессоров. Десять профессоров вошли в 2% самых влиятельных ученых мира согласно исследованию Университета Стэнфорд и агентства Elsevier на основе показателей публикационной активности.



Проф.
Анджей
Чихоцкий



Проф.
Владимир
Драчев



Проф.
Альберт
Насибулин



Проф.
Евгений
Николаев



Проф.
Артем
Оганов



Проф.
Иван
Оселедец



Проф.
Владимир
Терзия



Проф.
Александр
Шапеев



Проф.
Игорь
Шишковский

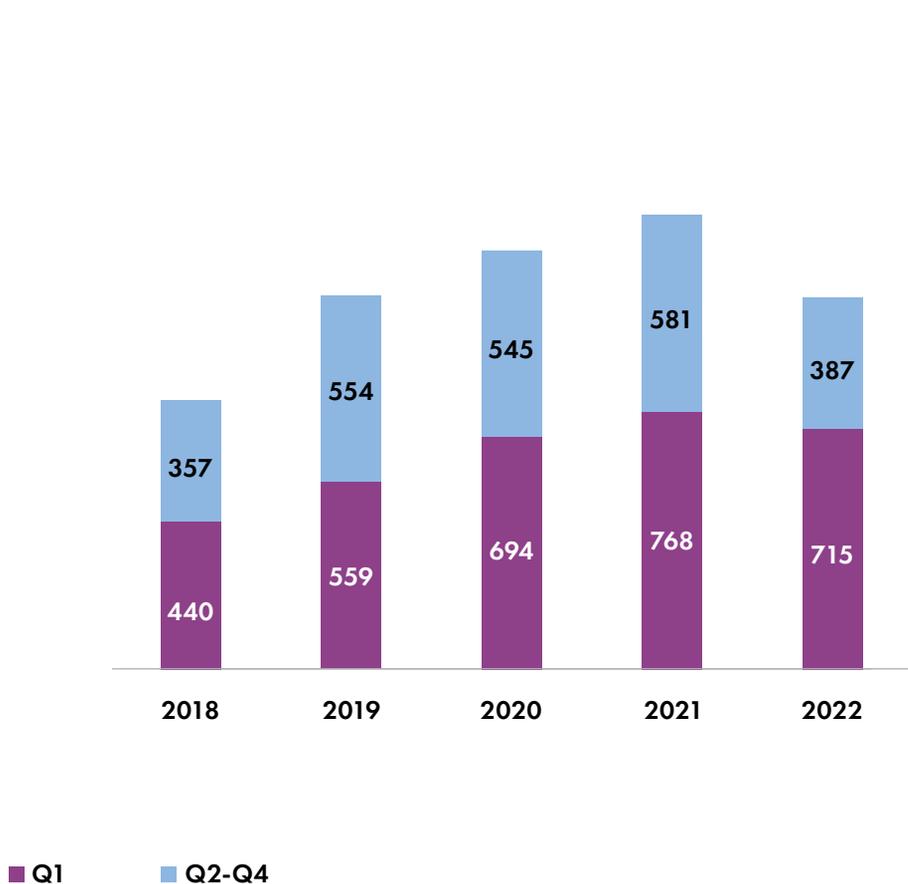


Проф.
Кейт
Стивенсон

Артем Оганов, Анжей Чихоцкий и Дмитрий Чудаков названы «Высокоцитируемыми исследователями» (Clarivate) за значительный вклад в развитие научных областей, что подтверждается цитированием профессоров за последнее десятилетие (топ-1% по соответствующей области).

Высокий уровень публикационной активности сохранился несмотря на незначительное снижение общего числа статей. 65% работ опубликованы в журналах первого квартеля, 103 публикации – в журналах группы Nature Index, 23 работы представлены на самых престижных международных конференциях в области искусственного интеллекта (уровень A*).

Публикации, индексируемые в Scopus



Ключевые области публикационной активности (2017–2022)



53%
публикаций
в международном
сотрудничестве

1313
зарубежных
университетов
и исследовательских
центров, ученые
которых публикуются
со Сколтехом

>1000
авторов
с аффилиацией
Сколтеха

Данные по публикациям 2022 года.

Международные рейтинги

Международные рейтинги не являются основным индикатором качества результатов, тем не менее отражают позиционирование в академическом сообществе.

В 2022 году Сколтех стал лучшим университетом в России по направлениям компьютерных наук, генетики и молекулярной биологии и университетом №2 среди всех российских университетов (после МГУ имени М.В. Ломоносова) в рейтинге Research.com. Важно отметить, что расчет

рейтинговой позиции не учитывает размер университета.

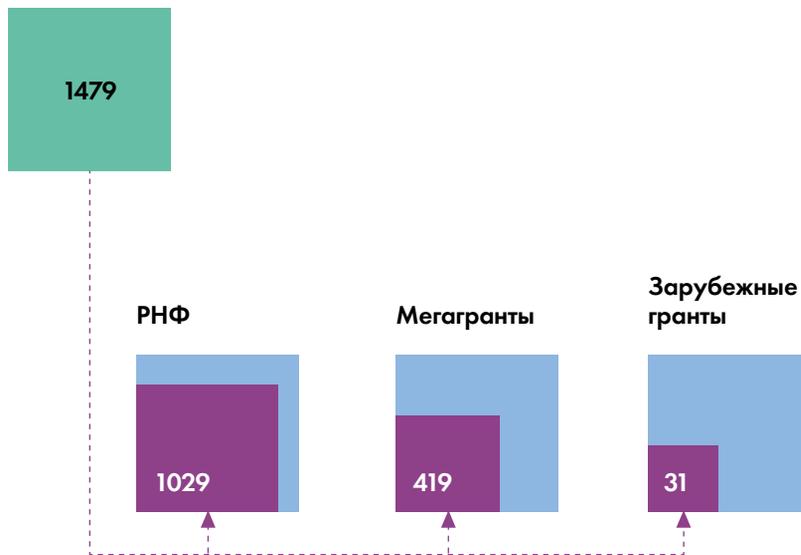
В таблицах Nature Index за 2022 год Сколтех среди топ-5 российских университетов (направления «Науки о жизни», «Химия», «Физика», «Земля и окружающая среда»). В рейтинге ARWU Сколтех улучшил позицию по биологическим наукам (группа «201 – 300»), позиция в рейтинге QS по нефтегазовому делу сохранилась на уровне 2021 года (группа «101 – 150»).

Гранты

Общая сумма новых грантов превысила 500 млн. рублей, в большинстве случаев, это программы РНФ для научных групп и программа поддержки исследований под руководством молодых ученых. Наибольшие доли финансирования приходятся на науки о жизни (44%), инженерии (19%), фотонику (13%). Международное сотрудничество продолжалось несмотря на закрытие программ РНФ. Среди партнеров –

Индийский технологический институт в Канпуре, Центр экологических исследований им. Гельмгольца, Университет науки и технологий Китая, Национальный институт исследований в области информатики и автоматки INRIA, Штутгартский университет, Делфтский технологический университет, Тартуский университет, Университет Базеля, Университет Фудань.

Грантовое финансирование на 2022 – 2025 годы по источникам (млн. рублей)



Грантовое финансирование на 2022 – 2025 годы по областям (млн. рублей)



Международная деятельность

Следствием международной напряженности и санкций стало расторжение либо приостановление более 40 соглашений с партнерами в США и Европе. Среди наиболее значимых потерь – многолетнее соглашение с МТИ и программа сотрудничества с Техническим университетом Мюнхена. Вместе с тем международная деятельность осуществлялась на уровне профессоров, что отражено совместными публикациями, проектами и конференциями.

Новыми направлениями международной повестки стали

страны БРИКС, Азии и Ближнего Востока. Положительная динамика достигнута в переговорах с Индией – Советом по научным и исследованиям для индустрии, Университетом Дели, Институтом науки и технологий SRM, Национальным институтом электроники и информационных технологий. Начаты проекты с партнерами на Ближнем Востоке и в Азии.

В 2023 году планируется расширение сотрудничества с Китаем, Индией, Израилем, Бразилией. Также будут созданы лаборатории с Университетом Шарджи и Университетом Фудань.





Исследовательская инфраструктура

Геополитический контекст оказал негативное влияние на процессы закупки оборудования в странах Европы, США и Японии. Многие иностранные компании закрыли сервисные центры в России, что существенно ограничило возможности обслуживания.

В ответ на усиление ограничений Центр исследовательской инфраструктуры Сколтеха (ЦИИ) сфокусировался на поиске альтернативных решений в России, СНГ, Китае и ряде других стран. Доступное оборудование было проанализировано на предмет соответствия исследовательским задачам Сколтеха. По уникальным позициям, таким как просвечивающая

электронная микроскопия, подписаны соглашения с рядом российских партнеров о предоставлении доступа.

Продолжалась работа по внедрению системы контроля качества. В дополнение к регулярным мероприятиям, ЦИИ провел специальный курс для проектных менеджеров.

Первоочередной задачей на 2023 год станут дальнейшие меры снижения последствий санкций. Запланировано открытие центра по ремонту и обслуживанию оборудования, который будет контролировать установку, обслуживание, закупки запасных частей.

Технологическая экспертиза



Экспертная роль

Экспертиза Сколтеха по широкому спектру направлений, включая ИИ, беспроводные технологии и интернет вещей, квантовые технологии, энергопереход, космические системы, биотехнологии, востребована органами государственной власти при подготовке концепций развития приоритетных технологических направлений. Экспертная роль реализуется через участие в профильных рабочих группах и экспертных советах, издание белых книг, аналитических обзоров, разработку планов и дорожных карт.

Среди наиболее значимых итогов года – аналитический отчет о развитии электрического автомобильного транспорта в России⁴, Белая книга по потенциальным партнерам России в области науки и технологий (Иран, Индия и Бангладеш), изданная Аналитическим департаментом научно-технологического развития, участие в подготовке Белой книги высоких технологий в Российской Федерации и дорожной карты

«Перспективные космические системы и сервисы» до 2030 года.

Экспертиза по новым технологическим приоритетам государственной политики включала подготовку Федерального проекта «Развитие отечественного приборостроения гражданского назначения для научных исследований». В частности, на основе оценки рынка лабораторных аналитических приборов подготовлена концепция и экономическое обоснование.

Другие направления работы касались определения подходов к обеспечению технологического суверенитета: изданы аналитические обзоры по перспективным технологиям и модели перехода к технологическому суверенитету в условиях санкций⁵. Сколтех был задействован в разработке дорожной карты развития научного приборостроения, которая включена в План мероприятий («Дорожная карта») по развитию отечественного приборостроения⁶.

⁴ Доступен в печатном виде и на странице Департамента <https://www.skoltech.ru/en/industry/scientific-industrial-policy-group>

⁵ Dezhina, I. G., Ponomarev, A. K. (2022). Approaches to Ensuring Russia's Technological Self-Sufficiency. Science Management: Theory and Practice. Vol. 4, no. 3. P. 53–68. DOI: 10.19181/smtp.2022.4.3.5

⁶ Утвержден Заместителем Председателя Правительства РФ 14.09.2022.

Программа прикладных исследований

Сотрудничество с компаниями высокотехнологичных отраслей проводилось по направлениям 5G/6G, искусственного интеллекта, электрохимических материалов, фотоники, добычи углеводородов, квантовых технологий, агро- и биотехнологий, перспективных материалов.

Несмотря на сложный контекст, объем выполненных НИОКР показал рекордные значения за всю историю Сколтеха (2 млрд. рублей, что на 23% выше в сравнении с 2021 годом). Не менее важными результатами стало участие в федеральных проектах технологического профиля и расширение сотрудничества с ключевыми российскими компаниями.

В целях поддержки государственной политики по обеспечению технологического суверенитета расширено сотрудничество с лидерами системообразующих отраслей по запуску крупных программ. Наиболее значимым итогом такой работы стал Федеральный проект по научному приборостроению, ключевая экспертиза в котором представлена лабораторией масс-спектрометрии под руководством проф. Евгения Николаева.

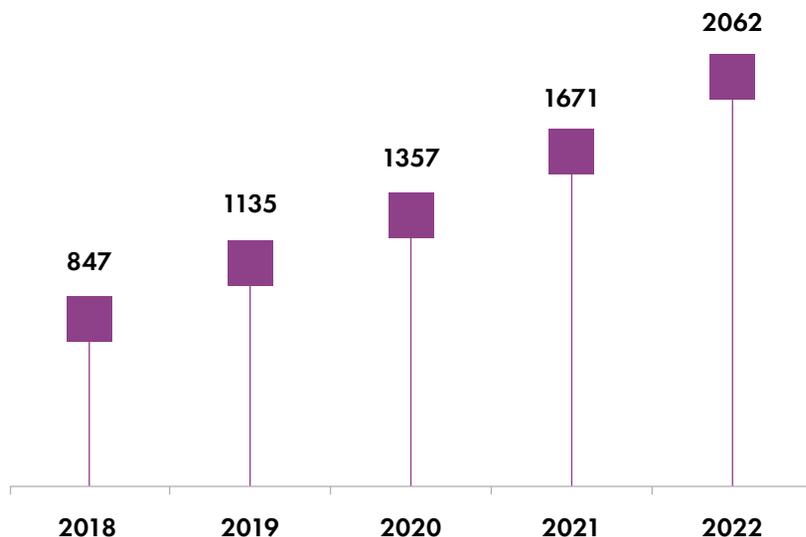
При участии Сколтеха создан Центр компетенций НТИ по технологиям мобильных накопителей энергии, разработки которого лягут в основу решений в области источников энергии для электромобилей, беспилотных летательных аппаратов, робототехники и стационарной энергетики.

Также были открыты новые направления работы с ключевыми партнерами. В частности, выигран конкурс «Комплексное сопровождение научно-технических проектов и инициатив для реализации технологической стратегии на 2023 – 2030 годы по основным направлениям деятельности ООО «Газпромнефть НТЦ». Заключен первый долгосрочный контракт по развитию квантовых алгоритмов и вычислений для задач геологоразведки с Дирекцией цифровой трансформации ПАО «Газпром нефть». Подписано соглашение по проекту «Лига вузов» (Газпром нефть), что расширяет партнерскую сеть Сколтеха.

Сформированы основы долгосрочных программ с ГК «Росатом», ПАО «РусГидро», ПАО «ЛУКОЙЛ», ООО «Газпромнефть-Заполярье», ГК «Хевел», ЕВРАЗ, АО «Русская медная компания», АО «Металлоинвест», АО «Силовые машины».

Запланированы проекты по цифровому моделированию новых химических соединений, применению ИИ для геофизического моделирования с Дирекцией по стратегическому развитию Холдинга Акрон. По итогам семинаров с Дирекцией по цифровой трансформации УК «ЕВРАЗ» планируются работы по применению ванадиевых электролитов для накопителей энергии, разработке покрытий конструкций для повышения стойкости сооружений и элементов оборудования.

Ежегодный объем НИОКР (млн. рублей)



Портфель контрактов НИОКР на 2022 – 2025 годы (млн. рублей)



Масс-спектрометрия является наиболее чувствительным и точным методом анализа веществ в различных агрегатных состояниях. Россия в течении последних тридцати лет удовлетворяет спрос в масс-спектрометрах с необходимым уровнем характеристик для критических технологий и научных исследований исключительно через импорт. В рамках программы МОН по научному приборостроению в Сколтехе впервые в России создан прототип масс-спектрометра ультравысокого разрешения для анализа смесей летучих соединений. Проводится ОКР для подготовки серийного производства прибора.

Проф. Евгений Николаев, Центр молекулярной и клеточной биологии

Центры Сколтеха – ключевые структурные единицы по вкладу в результаты Стратегии. Программы центров предусматривают научно-исследовательскую, образовательную и инновационную деятельность по шести направлениям, определенным как долгосрочные приоритеты института.

Организационная модель центров поддерживает фундаментальные и прикладные исследования. Деятельность ЦНИО сбалансирована по трем компонентам – наука, инновации, образование, в то время как проектные центры сфокусированы на разработке технологий.

Центры



Искусственный интеллект и телекоммуникации

Технологии ИИ

Проф. И.В. Оселедец

Прикладной ИИ

Проф. Е.В. Бурнаев

Беспроводная связь

Проф. Д.В. Лаконцев



Науки о жизни, агротехнологии

Молекулярная и клеточная биология

Проф. М.С. Гельфанд

Нейробиология и нейро-реабилитация

Проф. Ф.Е. Хайтович

Агротехнологии

Проф. Л. Генцбиттель



Современные материалы и инженерия

Системное проектирование

Проф. Т.В. Подладчикова

Добыча углеводородов

Проф. М.Ю. Спасенных

Технологии материалов

Проф. И.В. Сергеев



Энергоэффективность и энергопереход

Энергетические технологии

Проф. А.М. Абакумов

Энерго-переход

Проф. А.А. Осипцов



Фотоника и квантовые технологии

Фотоника

Проф. П. Лагудакис

Инженерная физика

Проф. В.П. Драчев

Прикладная фотоника

Проф. П.С. Дорожкин



Перспективные исследования

Центр им. И.М. Кричевера

Проф. А.В. Маршаков



Центр технологий искусственного интеллекта

Центр технологий искусственного интеллекта создан в 2021 году в рамках актуализации программы исследований и технологий Сколтеха. Стратегия Центра сфокусирована на разработке и внедрении технологий в таких областях как вычислительный интеллект, тензорные сети и глубинное обучение, мобильная робототехника, обработка естественного языка, интеллектуальная обработка сигналов и изображений, многомасштабная нейродинамика для интеллектуальных систем, математические основы ИИ, статистическое машинное обучение, ИИ и суперкомпьютеры, медицинское компьютерное зрение, квантовые алгоритмы для машинного обучения и оптимизации, вычислительная визуализация, ИИ для проектирования материалов. Центр возглавляет проф. Иван Оселедец.



Искусственный интеллект и телекоммуникации

103

профессора и исследователя

129

магистров и аспирантов

78

выпускников магистратуры и аспирантуры

59

публикаций в журналах первого квартала. 15 публикаций на конференциях А*

360

млн. рублей финансирование по грантам и контрактам (2022 – 2025)

45

проектов в рамках грантов и контрактов



Результаты исследований и разработок

Несмотря на сложный год Центр сохранил ключевые команды и показал значимые научно-технические результаты.

Результаты по проекту GreenAI совместно со Сбером нашли практическое применение (сокращение вычислительных ресурсов на 15% подтверждено Председателем правления Германом Грефом). Проект LightAutoML портирован для использования современных графических процессоров (NVidia V100 и A100) в рамках совместного исследования со Сбером. Достигнуто ускорение от 6х до 10х, что значительно ускорило применение AutoML. Результаты представлены на конференции NVidia GTC.

Успешно завершен проект по исследованию методов для целеориентированных диалоговых систем (лаборатория Сколтеха и МТС). Результатом плодотворного сотрудничества стали публикации в журналах CORE A*, CORE A, а также диссертации студентов. Определена задача по детоксификации текста, которая привлекла более 20 команд на конференции «Диалог». Технология прошла тестирование в компании, коды и данные переданы для дальнейшего использования.

Завершены первые этапы проекта «Унифицированная вопросно-ответная система в открытом домене: к обеспечению высокой точности результатов и межъязыковой передачи» в рамках сотрудничества с лабораторией Noah's Ark (Huawei).

На конференцию ACL-2023 (CORE A*) поданы публикации по тематике, связанной с ответами на вопросы с использованием графа знаний и оценкой неопределенности для моделей sequence-to-sequence. Разработана демонстрационная версия системы, подготовлен доклад для международной конференции.

Совместно с исследователями Центров Сколтеха и партнерами опубликованы статьи на ведущих конференциях в области обработки естественного языка (CORE A* (ACL), CORE A (ECIR)). Лаборатория под руководством проф. Панченко разработала и протестировала технологию быстрого и дешевого создания параллельных наборов данных (текстовых корпораций), протестированных на задаче передачи текстового стиля с использованием языковых моделей sequence-to-sequence. Технология позволила достичь самого высокого качества в задаче детоксификации текста.

Лаборатория статистического машинного обучения разработала серию алгоритмов для оценки неопределенности моделей глубокого обучения. Все работы объединены идеей применения различных разработанных методов для обнаружения вне распределений/аномалий. Результаты опубликованы на ведущих конференциях и журналах (NeurIPS, ACL, Scientific Reports, EMNLP). Частично исследование выполнялось в рамках проекта с Huawei, получив высокую оценку внешних экспертов.



Другие результаты Центра:

- представлен первый метод дополнения данных, основанный на теории оптимального транспорта, при этом сгенерированные данные гарантированно принадлежат исходному многообразию данных.
- выведена новая сильная гауссовская аппроксимационная граница для суммы независимых случайных векторов, которая установила новый фундаментальный предел для практических приложений теории статистического обучения.
- разработан подход к синтетической генерации трубнообразных объектов на рентгеновских снимках грудной клетки с использованием генеративной состязательной сети и регуляризации на основе Франги.
- предложен метод регуляризации на основе нейронной сети для улучшения автофокусировки – классического метода удаления артефактов жесткого движения в МРТ, основанного на оптимизации.
- предложен новый подход без учителя для обнаружения опорных точек на изображениях, проверенный на задаче выделения ключевых точек человеческого лица.
- разработан новый аналитический подход для изучения стохастического градиентного спуска с импульсом в мини-батчах.
- разработаны новые глубинные нейронные сети и соответствующие алгоритмы обучения для биомедицинской диагностики и/или сверхразрешения изображений.
- разработан метод машинного обучения взаимодействия спинов в железе, который дает возможности ускоренного моделирования магнитных материалов.
- разработан новый метод обучения тензорных сетей, которые нестабильны и трудно поддаются тонкой настройке. Метод повышает стабильность тензорной сети, сохраняет ее надежность и достигает лучшей аппроксимации. Метод применен для сжатия известных сверточных нейросетей.
- разработан новый метод увеличения данных для обучения нейронных сетей для интерфейсов мозг-компьютер.

На программу сотрудничества с высокотехнологичными компаниями повлияли санкции, в частности, были приостановлены проекты с компаниями Philips, Huawei, Samsung и рядом других. Тем не менее завершены многие проекты с компанией Huawei по тематике ИИ. Совместная программа со Сбером расширена проектами в области робототехники, эффективного обучения и вывода глубоких нейронных сетей. Начато долгосрочное сотрудничество с компанией «Газпром нефть» по направлению квантовых алгоритмов и оптимизации.



Ключевые публикации

1. T. Yokota, H. Hontani, Q. Zhao and A. Cichocki, "Manifold Modeling in Embedded Space: An Interpretable Alternative to Deep Image Prior," in *IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems*, vol. 33, no. 3, pp. 1022-1036, published in March 2022, doi: 10.1109/TNNLS.2020.3037923. (impact factor > 10) <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?arnumber=9281370> (already cited 20 times)
2. T. Wang, A. Bezerianos, A. Cichocki and J. Li, "Multikernel Capsule Network for Schizophrenia Identification," in *IEEE Transactions on Cybernetics*, vol. 52, no. 6, pp. 4741-4750, June 2022, doi: 10.1109/TCYB.2020.3035282 (IF>11)
3. Sozykin, K., Chertkov, A., Schutski, R., PHAN, A. H., Cichocki, A., & Oseledets, I. TTOpt: A Maximum Volume Quantized Tensor Train-based Optimization and its Application to Reinforcement Learning. In *Advances in Neural Information Processing Systems*.
4. Pautov, M., Tursynbek, N., Munkhoeva, M., Muravev, N., Petiushko, A., & Oseledets, I. (2022, June). CC-Cert: A probabilistic approach to certify general robustness of neural networks. In *Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence (Vol. 36, No. 7, pp. 7975-7983)*.
5. Bespalov, I., Buzun, N., & Dylov, D. V. (2022). BRULÈ: Barycenter-Regularized Unsupervised Landmark Extraction. *Pattern Recognition*
6. Talitckii, A., Kovalenko, E., Shcherbak, A., Anikina, A., Bril, E., Zimniakova, O., ... Dylov, D. V. & Somov, A. (2022). Comparative Study of Wearable Sensors, Video, and Handwriting to Detect Parkinson's Disease. *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement*
7. Towards high photon density for Compton scattering by spectral chirp" M. A. Valialshchikov, D. Seipt, V. Yu. Kharin, and S. G. Rykovanov, *Physical Review A*, 106, L031501 (2022) (Nature Index)
8. Velikanov, M., Kuznedelev, D., Yarotsky, D. A view of mini-batch SGD via generating functions: conditions of convergence, phase transitions, benefit from negative momenta, to appear in *ICLR2023 (Core A*)*
9. Kornilova, A., Faizullin, M., Pakulev, K., Sadkov, A., Kukushkin, D., Akhmetyanov, A., ... & Ferrer, G. (2022). Smartportraits: Depth powered handheld smartphone dataset of human portraits for state estimation, reconstruction and synthesis. In *Proceedings of the IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition* (pp. 21318-21329).



10. N. Kotelevskii, A. Artemenkov, K. Fedyanin, F. Noskov, A. Fishkov, A. Shelmanov, A. Vazhentsev, A. Petiushko, M. Panov. Nonparametric Uncertainty Quantification for Single Deterministic Neural Network, Neural Information Processing Systems, NeurIPS (CORE A*), 2022
11. Novikov, I., Grabowski, B., Körmann, F., & Shapeev, A. (2022). Magnetic Moment Tensor Potentials for collinear spin-polarized materials reproduce different magnetic states of bcc Fe. npj Computational Materials, 8(1), 13.

Подготовка лидеров

Центр реализует программы магистратуры (Науки о данных и современные вычислительные методы) и аспирантуры (Вычислительные системы и анализ данных в науке и технике). Профессорами разработаны и проведены курсы по обработке естественного языка, вычислительной визуализации, биомедицинской визуализации и аналитике, глубокому обучению, введению в обработку естественного языка, теоретическим методам глубокого обучения, научным вычислениям, робототехнике, тензорным сетям в ИИ. Среди курсов с наибольшим числом студентов – «Введение в науку о данных» (проф. Панов), «Глубокое

обучение» (проф. Оселедец), «Высокопроизводительные вычисления» (проф. Рыкованов), «Научные вычисления» (проф. Яроцкий).

Высокий уровень результатов студентов подтвержден публикациями в престижных изданиях, диссертациями, успешным трудоустройством, наградами и премиями.

Некоторые примеры таких успехов:

- **Ассель Ермакова** – лучшая диссертация по теме использования машинного обучения в моделировании ускорителей частиц плазмы.



Центру удалось создать сильную команду по искусственному интеллекту, которая в условиях вызовов и сложностей 2022 года, показала значимые результаты. Наша команда – одна из сильнейших в России и в мире, что подтверждается результатами исследовательских проектов, публикациями в самых престижных изданиях, высококвалифицированными выпускниками.

Проф. Иван Оселедец, директор Центра



Обладатель гранта Сколтеха на академическую мобильность.

- **Федор Носков** – соавтор публикации (CORE A*, NeurIPS 2022).
- **Лина Башаева** – соавтор публикации на конференции VMVC 2022.
- **Никита Котелевский** – первый соавтор в двух публикациях (CORE A*, NeurIPS 2022).
- **Максим Валяльщиков** – первый автор в публикации в журнале группы Nature Index.
- **Михаил Паутов** – первый автор в докладе (AAAI), первый автор публикации (CORE A, NeurIPS 2022).
- **Светлана Илларионова** – первый автор двух публикаций в журналах Q1.
- **Полина Федотова** – доклад на конференции IEEE 18th International Conference on

Automation Science and Engineering (CASE).

- **Максим Великанов** – первый автор двух публикаций в престижных изданиях A/A* (AISTATS2022, ICLR2023).
- **Денис Кузнецов** – соавтор двух публикаций, принятых к изданию (ICLR2023 (A*)).
- **Константин Соболев и Дмитрий Ермилов** – первый и второй соавторы публикации в журнале Q1.

В рамках приемной кампании, программы Центра получили рекордное число заявок, при этом сохранился высокий конкурс по зачислению самых талантливых студентов. По направлению дополнительного профессионального образования разработан и проведен курс по тематике трансформации для Корпоративного университета Сбера.

Инновационная деятельность

Инновационная деятельность касалась продвижения стартапов. В частности, стартап «ТЕНЗОР ФИЛДС» (Лаборатория вычислительного интеллекта) принимал участие в программе поддержки стартапов РСХБ и интеграции продукта в платформу «Сообщество», стал участником акселератора Московского инновационного кластера,

подал заявку на участие в программе поддержки Правительства РФ. Стартап «MedTech AI» (Лаборатория вычислительных методов формирования изображений) провел исследования по обработке медицинских изображений, завершив 3 проекта с медицинскими учреждениями Москвы.



Экспертная роль

Экспертиза Центра востребована по ряду государственных программ, включая ФП «Искусственный интеллект» (экспертиза по тематике «зеленого» ИИ), инициативу по трансформации технологий ИИ в Москве совместно со Сбером.

Проф. Оселедец входит в Совет по науке и образованию при Президенте Российской Федерации, в 2022 году избран Председателем экспертного совета Института искусственного интеллекта в МГУ им. М.В. Ломоносова.

Международная деятельность

Несмотря на международную напряженность профессор принимали участие в престижных конференциях (NeurIPS, CVPR, IJCAI, MICCAI, EMNLP, ACL), приглашались в диссертационные советы, выступали в качестве рецензентов

и членов редакционных коллегий, возглавляли организационные комитеты (ICLR, NeurIPS, ICML, ACL и др.). Совместные заявки с ведущими университетами Китая подготовлены в рамках грантовых программ, решение по которым ожидается в ближайшее время.

Профессиональное сообщество и работа с широкой аудиторией

Профессора выступали с многочисленными докладами на крупных профессиональных конференциях, также принимали участие в продвижении бренда Сколтеха. Среди наиболее значимых примеров – участие в конференции Сбера «AI Journey», на которой проф. Панченко и проф. Шапеев выступили в качестве ключевых

докладчиков, проф. Оселедец принял участие в сессии с участием Германа Грефа и Президентом Российской Федерации Владимиром Путиным. Также профессора Центра приняли участие в Конгрессе молодых ученых в Сочи, где выступили экспертами в сессиях по применению искусственного интеллекта.





Центр прикладного искусственного интеллекта

Центр прикладного искусственного интеллекта создан в 2021 году в рамках Федеральной программы «Цифровая экономика Российской Федерации» (направление «Искусственный интеллект»). Основные направления исследований и разработок включают создание фундаментальных и прикладных методов и технологий интерпретируемого ИИ и машинного обучения, включая разработку программных средств и платформенных решений для решения неотложных масштабных проблем, определенных национальной стратегией развития ИИ и энергетической стратегией. Разрабатываемые методы и технологии используются для решения прикладных задач мультимасштабного мониторинга, оптимизации управленческих решений для снижения углеродного следа и управления климатическими, экологическими и другими рисками (ESG-риски), а также для задач анализа и оптимизации индустриальных процессов, логистики и др. Центр возглавляет проф. Евгений Бурнаев.



Искусственный
интеллект
и телекоммуникации

5

профессоров

>120

исследователей
и инженеров

98

магистров
и аспирантов

26

выпускников
магистратуры
и аспирантуры

57

публикаций, в том
числе 34 в журналах
первого квартала.
9 публикаций на
конференциях А*

1,4

млрд. рублей
финансирование
исследований
(2022 – 2024)

5

патентных заявок

3

разработанных
фреймворков
для ИИ





Результаты исследований и разработок

- фундаментальные результаты в области ИИ/ Машинного обучения/ Науки о данных, включая построение комбинированных предиктивных моделей на основе синергии научных моделей и моделей машинного обучения (Physics-Informed Machine Learning), машинного обучения на графах, широкомасштабного генеративного моделирования, байесовских нейронных сетей, вероятностных выводов, статистики структурных моделей данных и др.;
- новые технологии и методы консолидации мультимодальных данных на базе ИИ, реализованные в виде программных библиотек и фреймворков, а также результаты их применения к анализу данных дистанционного зондирования и биомедицинских данных;
- новые математические и прикладные методы Топологического анализа данных, Моделирования многообразий (Manifold Learning) и Оптимального транспорта;
- новые методы и модели на базе ИИ для обработки и анализа мультимодальных биомедицинских данных, включая нейровизуализационные и генетические данные, для дальнейшего создания на их основе программных систем поддержки медицинских решений;
- новые методы моделирования, реконструкции и визуализации формы 3D-объектов;
- разработанный прототип программной платформы на базе ИИ для решения различных прикладных задач, включая консолидацию данных дистанционного зондирования Земли и данных инструментальных измерений для оценки углеродного баланса территорий; компьютерное моделирование различных процессов и объектов – транспортных процессов; физических и финансовых рисков, связанных с изменением климата; процессов добычи нефти; ледовой обстановки и других природных процессов.

Некоторые результаты исследований запатентованы:

- «Метод определения конечных собственников компаний по данным о собственности» (подана заявка в Федеральный институт промышленной собственности и Евразийскую патентную организацию);
- «Метод прогнозирования распространения лесных пожаров с использованием данных дистанционного зондирования земли и нейронных сетей» (подана заявка в Федеральный институт промышленной собственности)



- и Евразийскую патентную организацию);
- Программа для ЭВМ «Программа для определения конечных владельцев компаний по данным о собственности» (Свидетельство о государственной регистрации № 20226084507);
- Программа для ЭВМ «Программа обработки

- данных EPIDETECT. Версия 1.0» (Свидетельство о государственной регистрации № 2023611252);
- Программа для ЭВМ
- «Программа визуализации данных EPIDETECT» (Свидетельство о государственной регистрации № 2023611634).

Экспертная роль

Центр активно задействован в определении государственных концепций в области ИИ, в частности, является участником рабочей группы по национальному проекту «Цифровая экономика».

Одновременно разработанные Центром методы и алгоритмы для решения прикладных задач в области ИИ внедряются крупнейшими российскими компаниями. Среди примеров таких результатов:

- формирование нового направления финансового мониторинга с учетом ESG-рисков при кредитовании промышленных предприятий (для Сбера),
- повышение эффективности анализа корпоративной информации

за счет использования методов ускорения обучения и сжатия больших нейронных моделей (для Сбера),

- разработка самообучающейся модели нефтегазоносного пласта (для «Газпромнефти»),
- разработка системы прогнозирования ледовой обстановки в Арктике (для «Газпромнефти»),
- повышение эффективности, надежности и масштабируемости систем мониторинга качества воздуха (для CityAir),
- выявление клинически значимых биомаркеров на основе омиксных данных (совместно с Лабораторией омиксных технологий) (для Департамента здравоохранения Москвы).



Ключевые публикации

Конференции в области ИИ уровня А*

1. Albert Matveev, Alexey Artemov, Ruslan Rakhimov, Gleb Bobrovskikh, Daniele Panozzo, Denis Zorin, Evgeny Burnaev. DEF: Deep Estimation of Sharp Geometric Features in 3D Shapes. ACM Transactions on Graphics (TOG), Siggraph, 2022.
2. Litu Rout, Alexander Korotin, Evgeny Burnaev. Generative Modeling with Optimal Transport Maps. ICLR, 2022.
3. Ruslan Rakhimov, Andrei-Timotei Ardelean, Victor Lempitsky, Evgeny Burnaev. NPBG++: Accelerating Neural Point-Based Graphics. CVPR, 2022.
4. Serguei Barannikov, Ilya Trofimov, Nikita Balabin, Evgeny Burnaev. Representation Topology Divergence: A Method for Comparing Neural Network Representations. ICML, 2022.
5. Evgenia Romanenkova, Alexander Stepikin, Matvey Morozov, and Alexey Zaytsev. 2022. InDiD: Instant Disorder Detection via a Principled Neural Network. In Proceedings of the 30th ACM International Conference on Multimedia (MM '22). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 3152–3162. <https://doi.org/10.1145/3503161.3548182>.
6. Alexander Korotin, Vage Egiazarian, Lingxiao Li, Evgeny Burnaev. Wasserstein Iterative Networks for Barycenter Estimation. Neurips, 2022.

Журналы первого квартиля

1. Arsalidou, M., Skuratov, N., Khalezov, E., Bernstein, A., Burnaev, E., Sharaev, M., 2022. Effects of age, gender, and hemisphere on cerebrovascular hemodynamics in children and young adults: Developmental scores and machine learning classifiers. PLoS ONE 17, e0263106.
2. Bachurina, V., Sushchinskaya, S., Sharaev, M., Burnaev, E., Arsalidou, M., 2022. A machine learning investigation of factors that contribute to predicting cognitive performance: Difficulty level, reaction time and eye-movements. Decision Support Systems 113713.
3. Y. Shen, Z. Du, H. Fu, X. Chen, E. Burnaev, D. Zorin, K. Zhou, Y. Zheng. GCNDenoiser: Feature-preserving Mesh Denoising with Graph Neural Networks. ACM Transactions on Graphics (TOG) 41(1), 1-14, ACM, 2022/2/10.
4. N. Klyuchnikov, E. Artemova, M. Fedorov, I. Trofimov, M. Salnikov, E. Burnaev. NAS-Bench-NLP: Neural Architecture Search Benchmark for Natural Language Processing. IEEE Access, 2022.



5. Timofey Grigoryev, Polina Verezemskaya, Mikhail Krinitskiy, Nikita Anikin, Alexander Gavrikov, Ilya Trofimov, Nikita Balabin, Aleksei Shpilman, Andrei Eremchenko, Sergey Gulev, Evgeny Burnaev, Vladimir Vanovski. Data-Driven Short-Term Daily Operational Sea Ice Regional Forecasting. *Remote Sens.*, 14(22), 2022.
6. Kalinov, A., Osinsky, A., Matveev, S.A., Otieno, W., Brilliantov, N.V. Direct simulation Monte Carlo for new regimes in aggregation-fragmentation kinetics. *Journal of Computational Physics*. Том 467, 111439, 2022.

Подготовка лидеров

Центр реализует программы магистратуры и аспирантуры в приоритетном направлении «Искусственный интеллект и телекоммуникации», осуществляет научное руководство, вовлекая студентов в выполнение прикладных исследований. Студенты Центра демонстрируют высокий уровень знаний и подготовки. В частности, Руслан Рахимов и Петр Мокров стали лауреатами премии Ильи Сегаловича (Яндекс). Выпускники 2022 года трудоустроены в такие компании

как Сбер, Яндекс, ВК, Тинькофф, Samsung, многие решили остаться в Центре, продолжая исследования в качестве постдоков.

Также Центр реализует программы ДПО. Среди примеров – «Введение в моделирование последовательных данных» для технических специалистов и руководителей проектов, «Модели последовательных событий» по теории дискретных временных рядов, программа «Устойчивое развитие ТЭК», курсы для Московской технической школы.



Целью Центра является проведение профильных фундаментальных исследований в области ИИ, а также решение востребованных актуальных прикладных отраслевых задач, включая задачи устойчивого развития, на основе результатов исследований. Прошедший 2022 год был плодотворным: мы получили новые значимые знания в области ИИ, основанные на фундаментальных математических результатах в области оптимального транспорта, моделирования многообразий и распределения на них многомерных данных; реализовали эти знания в математических алгоритмах, программных продуктах, и в результате создали на их основе новые платформенные решения, внедряемые крупными промышленными предприятиями и компаниями. Важность теоретической и практической значимости научных результатов и созданных Центром продуктов для науки и индустрии подтверждается также значительным объемом финансирования со стороны промышленных партнеров и грантовой поддержкой российских и зарубежных научных фондов и организаций.

Проф. Евгений Бурнаев, директор Центра



Международная деятельность

Международная деятельность осуществлялась в рамках участия в ключевых конференциях по искусственному интеллекту:

- Ruslan Rakhimov, Andrei-Timotei Ardelean, Victor Lempitsky, Evgeny Burnaev / NPBG++: Accelerating Neural Point-Based Graphics // CVPR 2022
- Litu Rout, Alexander Korotin, Evgeny Burnaev / Generative Modeling with Optimal Transport Maps // ICLR 2022
- Albert Matveev, Alexey Artemov, Ruslan Rakhimov, Gleb Bobrovskikh, Daniele Panozzo, Denis Zorin, Evgeny Burnaev. DEF: Deep Estimation of Sharp Geometric Features in 3D Shapes. ACM Transactions on Graphics (TOG), Siggraph, 2022
- Alexander Korotin, Alexander Kolesov, Evgeny Burnaev.

Kantorovich Strikes Back! Wasserstein GANs are not Optimal Transport? Neurips, 2022

- Приглашенные доклады на конференциях ICMV-2022, BICA-2022, CBAI-2022.

На конференции EMNLP 2022 проф. Бурнаев представил работу «Acceptability Judgements via Examining the Topology of Attention Maps».

На конференции в Абу Даби (AI Connect 2022) проф. Бурнаев и Максим Шараев представили прототип программного обеспечения на основе ИИ. Результатом встреч, проведенных в рамках конференции, стали договоренности о сотрудничестве с Университетом Халифа, Университетом Катара, Научно-технологическим университетом имени короля Абдаллы, Университетом Астаны.

Профессиональное сообщество и работа с широкой аудиторией

Центр принимал участие в многочисленных конференциях, включая Startup Village, AI Journey, где проф. Евгений Бурнаев и Савелий Галочкин совместно с Татьяной Сарачевой, заведующей филиалом Государственного исторического музея «Покровский собор», представили проект в области компьютерного 3D-зрения. Представлены доклады

на конференции по компьютерному зрению и машинному обучению “Machines Can See” (VisionLabs), летней школе по машинному обучению Факультета компьютерных наук НИУ ВШЭ, конференции AIRI Conference on AI, а также крупных отраслевых конференциях, включая Промышленно-энергетический форум TNF, Конференцию по цифровым технологиям в нефтегазовом секторе.

291 поле, 18 мая 2021г

335 полей, 16 августа 2021г



ГОГО





Центр беспроводной связи и интернета вещей

Проектный центр беспроводной связи создан в 2021 году в рамках трансформации исследовательской программы Сколтеха на базе Центра 5G и Центра в области интернета вещей. Стратегия Центра направлена на формирование лидирующей роли в области беспроводных технологий и технологий интернета вещей в национальной индустрии ИТ и телекоммуникаций. Исследования и разработки проводятся по ключевым направлениям: разработка решений для мобильной связи пятого поколения (5G), исследования и разработки в области технологий 6G, перспективные исследования в области беспроводных технологий. Центр возглавляет проф. Дмитрий Лаконцев.



Искусственный
интеллект
и телекоммуникации

64

профессора,
исследователя
и инженера

23

магистра
и аспиранта

13

выпускников
магистратуры
и аспирантуры

399

млн. рублей
финансирование
по контрактам
и грантам
(2022 – 2024)

10

проектов НИОКР,
в которых Центр
является ключевым
носителем
экспертизы

7

внедренных
технологий 5G
(TRL 7)



Результаты исследований и разработок

Разработка решений для мобильной связи пятого поколения (5G)

Разработана и испытана в опытной зоне Сколтеха первая опытная версия базовой станции 4G/5G с архитектурой Open RAN (TRL 7). Опытная версия комплексного решения для частных сетей 4G/5G в составе базовой станции и ядра сети для неавтономных сетей (Non-Standalone) (TRL 7) протестирована как в опытной зоне Сколтеха, так и на базе нескольких компаний. По итогам года проведено более 10 партнерских испытаний с компаниями НПФ Микран, IPG Photonics, T8, ФГУП «Космическая связь» (ГП КС) и рядом других. Также успешно развернута частная сеть 5G с использованием базовой станции 5G и программного обеспечения ядра сети в Группе компаний НЛМК. Заключены новые соглашения, одно из наиболее важных – с РЖД (НИОКР «Программно-аппаратный комплекс защищенной передачи данных в мобильных сетях стандартов 4G/5G с применением технологий квантового распределения ключей»).

Исследования и разработки в области технологий 6G

Прикладные исследования проведены для создания прототипа архитектуры приемопередающего устройства для верхнемиллиметрового/ терагерцового диапазона, включая разработку подробных технических требований к отдельным элементам приемопередатчика (TRL 3), а также

архитектуры систем связи 6G, включая разработку подробных технических требований для ее элементов (TRL 3).

Перспективные исследования в области беспроводных технологий

Разработан алгоритм обнаружения и декодирования сигналов на основе ИИ. Коммерциализированы и лицензированы решения для построения частных сетей 5G и развития экосистемы OpenRAN. Портфель IP включает 50 объектов, в том числе 14, созданных в 2022 году. Получен патент на приемопередающий аппаратный модуль базовой станции (RU), подана заявка на патент на 6G трансивер. Созданное Центром программное обеспечение включает программы стека протоколов, а также системное ПО приемопередающего модуля (RU).

Технология ViNR (Video over New Radio)

Разработана и протестирована технология ViNR, позволяющая осуществлять видеозвонки в высоком разрешении без сторонних приложений. Услуга предоставляется в опытной зоне 5G Сколтеха. ViNR является одним из ключевых сервисов 5G наряду с VoNR (Voice over New Radio), поддерживает видеосвязь в формате HD и работает только в автономных сетях 5G, таких как, например, развернутая в опытной зоне 5G Сколтеха. В отличие от обычных видеоприложений (Skype,



WhatsApp) ViNR не требует надстроек на пользовательском устройстве.

4G/5G оборудование и программное обеспечение

На форуме «Микроэлектроника 2022» Центр продемонстрировал действующие базовую станцию и частную сеть 5G OpenRAN. Решение работает на отечественном ПО и «железе».

Софт создан в Сколтехе. Центральный модуль (CU), распределенный модуль (DU) и ядро сети развернуты на специализированных серверах компании «Аквариус». При этом решение можно запустить и на обычном, доступном на рынке оборудовании. Приемопередатчик (RU) разработан Сколтехом и произведен на предприятии «Элтекс».

Гибридная сеть 5G

Впервые в России произведено подключение базовой станции 5G к ядру сети через спутниковый канал. ФГУП «Космическая связь» (ГП КС) и Центр протестировали работу частной сети пятого поколения на отечественном ПО через геостационарный спутник связи. Это первый случай, когда отечественный спутник использовался в интересах 5G. В перспективе такое решение позволит обеспечить покрытие предприятий перспективными услугами 5G в удаленных районах. Решение для частных сетей 5G с поддержкой открытых стандартов OpenRAN разработано Сколтехом. Базовая станция подключена к ядру сети через космический аппарат

«Экспресс-80» с использованием мощностей Технического Центра «Шаболовка» и Центра космической связи «Дубна» компании ГП КС.

В ходе испытаний осуществлены передача и воспроизведение видеоконтента с высоким качеством 4K HDR, HLG, Dolby Vision в сети 5G.

Продемонстрирована способность систем обеспечивать требуемое качество предоставления услуг и сервисов при обмене данными, включая передачу мультимедийной информации, голоса и видео через абонентские устройства.

Представленный сценарий в перспективе обеспечит развертывание частных сетей 5G в удаленных районах, не подключенных к магистральным сетям связи. При наличии спутникового покрытия базовые станции могут подключаться к ядру сети на расстоянии через геостационарные космические аппараты ГП КС.

Беспилотники с поддержкой 5G

Один из беспилотников, принявших участие в тестовых полетах в рамках зоны городской аэромобильности, оборудован системой приема-передачи данных с поддержкой протокола 5G, которая в будущем станет составной частью цифрового воздушного пространства для беспилотников на основе сетей связи пятого поколения. Во время проработки миссий протестированы передача по 5G-сети видеопотока и данных полезной нагрузки беспилотного воздушного судна (БВС), отслеживание координат дрона по данным мобильной сети. Также проведено снятие высотных и топологических характеристик



воздушного пространства с непрерывной связностью сетями 5G. Полученная карта покрытия мобильной сети на разных высотах необходима для проведения дальнейших исследований. Тестирование подтвердило,

что использование сетей 5G для поддержки БВС и цифрового воздушного пространства является многообещающим сценарием, создающим широкие перспективы для развития отечественных инновационных продуктов.

Экспертная роль

Центр активно участвует в подготовке концепций национального уровня в области 5G и интернета вещей. Результаты такой работы включали подготовку дорожной карты «Современные и перспективные сети мобильной связи», в рамках которой Сколтех становится ключевым исполнителем, участие в работе над «Белой книгой» высоких технологий – ежегодном отчете Правительства Президенту РФ.

Центр представлен в профильных ассоциациях, включая Консорциум «Телекоммуникационные технологии», Ассоциацию организаций по развитию открытых сетей связи «Открытые сетевые технологии», «Ассоциацию участников рынка интернета вещей», экспертные группы Министерства цифрового развития, связи и массовых коммуникаций, Министерства промышленности и торговли, ряд иных консультативных органов.

Проф. Лаконцев – член Межведомственного экспертного совета при РФ по присвоению телекоммуникационному оборудованию, произведенному на территории РФ, статуса

телекоммуникационного оборудования российского происхождения.

Доработаны стандарты OpenRAN. Технический комитет 194 «Кибер-физические системы» вынес на открытое обсуждение заключительный документ по предварительным национальным стандартам для сетей четвертого и пятого поколений связи с открытой архитектурой. Их принятие закладывает основы быстрого развития экосистемы современного телекоммуникационного оборудования силами российских компаний.

Предварительный национальный стандарт «Информационные технологии. Интерфейсы открытой сети радиодоступа: интерфейс E2» необходим для полноценного внедрения технологий виртуализации, автоматизации и самоорганизации в сетях 4G/5G. Стандарт определяет спецификацию протокола передачи сигналов для интерфейса E2, который связывает элементы базовой станции (BU, CU, DU) с контроллером интеллектуальной сети радиодоступа OpenRAN 5G/4G.



Ключевые публикации

1. K. Andreev, P. Rybin and A. Frolov. Coded Compressed Sensing with List Recoverable Codes for the Unsourcesed Random Access. // IEEE Transactions on Communications. 2022, 70:12, pp. 7886-7898. DOI: 10.1109/TCOMM.2022.3216901.(Q1, IF 6.166)
2. J. Park, T. Kim, G.W. Kim, V. Bessonov, A. Telegin, I.G. Iliushin, A.A. Pervishko, D. Yudin, A. Yu. Samardak, A.V. Ognev, A.S. Samardak, J. Cho, Y. K. Kim. Compositional gradient induced enhancement of Dzyaloshinskii–Moriya interaction in Pt/Co/Ta heterostructures modulated by Pt–Co alloy intralayers. // Acta Materialia 241, 118383 (2022). DOI:10.1016/j.actamat.2022.118383. (Q1, IF: 9.209).
3. G. Paradezhenko, A. Pervishko, N. Swain, P. Sengupta, and D. Yudin. Spin-hedgehog-derived electromagnetic effects in itinerant magnets. // Physical Chemistry Chemical Physics 24, 24317 (2022). DOI:10.1039/D2CP03486G. (Q1, IF 3.945)
4. A.S. Kardashin, A.V. Vlasova, A.A. Pervishko, D. Yudin, and J. D. Biamonte. Quantum-machine-learning channel discrimination. // Physical Review A 106, 032409 (2022). DOI:10.1103/PhysRevA.106.032409. (Q1, IF 3.14)
5. A.S. Samardak, A.V. Ognev, A.G. Kolesnikov, M.E. Steblyi, V.Yu. Samardak, I.G. Iliushin, A.A. Pervishko, D. Yudin, M. Platonov, T. Ono, F. Wilhelm, and A. Rogalev. XMCD and ab initio study of interface-engineered ultrathin Ru/Co/W/Ru films with perpendicular magnetic anisotropy and strong Dzyaloshinskii–Moriya interaction. // Physical Chemistry Chemical Physics 24, 8225 (2022). DOI:10.1039/D1CP05456B (Q1, IF: 3.676)
6. Y. Madhwal, Y. Borbon-Galvez, N. Etemadi, Y. Yanovich and A. Creazza. Proof of Delivery Smart Contract for Performance Measurements. // IEEE Access, vol. 10, pp. 69147-69159, 2022. DOI: 10.1109/ACCESS.2022.3185634. (Q1, IF 3.476)
7. E. Bischof, A. Botezatu, S. Jakimov, I. Suharenko, A. Ostrovski, A. Verbitsky, Y. Yanovich, A. Zhavoronkov, G.Zmudze. Longevity Foundation: Perspective on Decentralized Autonomous Organization for Special-Purpose Financing. // IEEE Access, vol. 10, pp. 33048-33058, 2022. DOI: 10.1109/ACCESS.2022.3161392. (Q1, IF 3.476)
8. V. Amelin, E. Gatiyatullin, N. Romanov, R. Samarkhanov, R. Vasilyev and Y. Yanovich. Black-Box for Blockchain Parameters Adjustment. // IEEE Access, vol. 10, pp. 101795-101802, 2022. DOI: 10.1109/ACCESS.2022.3208702. (Q1, IF 3.476)



Подготовка лидеров

Центр реализует программу магистратуры «Интернет вещей и технологии беспроводной связи». В 2022 году на обучение были зачислены 13 студентов, прошедших конкурсный отбор из более чем 470 заявок абитуриентов.

Студенты Центра активно вовлечены в проекты, результаты которых опубликованы в лучших международных профильных журналах:

CVPR2022, A*: A. Kornilova, M. Faizullin, K. Pakulev, A. Sadkov, D. Kukushkin, A. Akhmetyanov, T. Akhtyamov, H. Taherinejad, G. Ferrer. SmartPortraits: Depth Powered Handheld Smartphone Dataset of Human Portraits for

State Estimation, Reconstruction and Synthesis. // 2022 IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), New Orleans, LA, USA, 2022, pp. 21286-21297, doi: 10.1109/CVPR52688.2022.02063)

IROS2022, A: A. Kornilova, D. Iarosh, D. Kukushkin, N. Goncharov, P. Mokeev, A. Saliou, G. Ferrer. EVOPS Benchmark: Evaluation of Plane Segmentation from RGBD and LiDAR Data. // 2022 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS), Kyoto, Japan, 2022, pp. 13074-13080, doi: 10.1109/IROS47612.2022.9981470).



На экспозиции в Совете Федерации Сколтех представил свою новую инновационную разработку: базовую станцию 5G. Это решение уже развернуто в пилотной зоне 5G на кампусе. Основная задача нашей команды – помочь в замене 200 тысяч базовых станций LTE по всей России в ближайшие пять лет. К июню или даже раньше, образцы новейшей платформы LTE/5G будут готовы к полевым испытаниям. За последние три года, работая с ключевыми операторами и производителями телекоммуникаций в России, Сколтех сформировал устойчивую репутацию лидера отрасли мобильных технологий.

Проф. Дмитрий Лаконцев, директор Центра



Дополнительное профессиональное образование

Портфолио программ ДПО было существенно расширено.

Среди новых программ – “Разработка оборудования и программного обеспечения OpenRAN”. Материалы программы использовались для лекций в ИТ Университете Астаны.

Для регионального Центра НТИ на базе ТУСУР разработаны программы по тематике помехоустойчивого кодирования для систем беспроводной

связи, моделирования беспроводных персональных сетей (WPAN) с помощью симуляторов дискретных событий, математического моделирования систем радиодоступа, разработки встроенных систем для интернета вещей.

Центр также принимал участие в программах, организованных другими Центрами – лекции по тематике 5G и интернета вещей для Сбера, Евраза, Россетей, Инженерного центра МИФИ.

Международная деятельность

В сложном геополитическом контексте года, были расторгнуты некоторые соглашения с компаниями, также приостановлено членство Центра в международных технологических консорциумах.

Вместе с тем, Центр принимал участие в конференциях, выставках в целях развития партнерств. Среди примеров – Mobile World Congress 2022 (Барселона), где прошли переговоры с такими компаниями, как AW2S (Франция), Radisys (США), Arraycomm

(Китай), Sunwave (Китай), Comba Telecom (Китай), Supermicro (Китай), Foxconn (Тайвань), Lanner Electronics (Тайвань), Silicom (Израиль), Kontron (Канада), VVDN Technologies (Индия), Polaris Networks (Индия).

Начато сотрудничество с Казахстаном (Energy Construction Engineering), Индией (Valles Marineris International Private Limited, Институт науки и технологий Перияр Маниаммай), Вьетнамом (Vietnam Posts and Telecommunications Group).



Профессиональное сообщество и работа с широкой аудиторией

Центр активно вовлечен в популяризацию науки, проводит множество мероприятий для широкой аудитории на самых разных площадках от Москвы до Томска – туры по лаборатории 5G, многочисленные лекции по беспроводным технологиям нового поколения.

Проводились и массовые онлайн-мероприятия: “Введение в Интернет вещей” (4160 участников), “Интернет вещей: от идеи к продукту” (более

2900 просмотров), “Разработка умных устройств на базе Arduino” (537 участников).

Всего Центр принял участие в 27 мероприятиях, в том числе в ведущих отраслевых конференциях – Digital industry of Russia, Spectrum Forum 2022, Microelectronics 2022, выставке Aeronet 2035. В рамках разработки бренда, команда давала интервью на темы 5G для ТАСС, “Ведомостей”, Com News, журналу «Спектр» и других СМИ.



Центр молекулярной и клеточной биологии

Центр молекулярной и клеточной биологии создан в 2021 году на базе Центра наук о жизни в рамках трансформации программы исследований и технологий Сколтеха.

Стратегическая цель Центра – высокий уровень образовательной и исследовательской деятельности в области молекулярной и клеточной биологии. Программа Центра строится по ключевым направлениям: масс-спектрометрия (проф. Николаев и проф. Костюкевич), разработка флуоресцентных меток (проф. Лукьянов), исследования антибиотиков (проф. Сергиев), анализ структуры хроматина и эпигеномика (проф. Храмеева), молекулярная биология lncRNA и сплайсинг (проф. Донцова и проф. Первушин), структура и функции белка (проф. Иванов, проф. Попов и проф. Струшкевич), иммунология (проф. Чудаков), биология растений (проф. Логачева), сравнительная и функциональная геномика (проф. Гельфанд), молекулярная эволюция (проф. Базыкин).

Центр возглавляет проф. Михаил Гельфанд, вице-президент по биомедицинским исследованиям.



Науки о жизни,
агротехнологии

133

профессора
и исследователя

114

магистров
и аспирантов
под руководством
профессоров
Центра

44

выпускника
магистратуры
и аспирантуры

153

публикации
в базе данных
Скопус, включая
117 в журналах
Q1. 20 работ
в журналах
Nature Index

484

млн.рублей
финансирование
по грантам
и контрактам
2022-2024

39

проектов
в рамках грантов
и контрактов





Результаты исследований и разработок

- Наиболее важные результаты связаны с различными аспектами эпидемии SARS-CoV-2. Проф. Базыкин со студентами охарактеризовали различные волны продолжающейся пандемии, продемонстрировав, в частности, что большая часть дельта-волны в России была результатом всего лишь одного случая интродукции штамма.
- Проф. Чудаков исследовал рецепторы Т-клеток, специфичные для вируса.
- Проф. Лукьянов разработал сенсоры для обнаружения белков SARS-CoV-2, которые позволяют проводить клеточный скрининг и получать информацию о внутриклеточном транспорте и взаимодействиях вирусных белков.
- Исследовательская группа масс-спектрометристов разработала процедуру машинного обучения для прогнозирования вероятности выживания пациентов с COVID-19 на основе анализа протеома крови.
- Другим многообещающим направлением являлись исследования митохондрий. Группа Ильи Мазунина продемонстрировала, что повышенное содержание мтДНК и анеуплоидия в эмбрионах человека, ассоциированные с возрастом матери, может отражать новый механизм отрицательного отбора против потенциально вредных вариантов мтДНК, возникающих в яйцеклетках или событий на ранних этапах эмбриогенеза, повреждающих мтДНК в эмбрионах до имплантации.
- Проф. Сергиев в сотрудничестве с коллегами из Швеции охарактеризовал динамику сборки и созревание рибосом в митохондриях.
- Группа проф. Логачевой разработала инструмент для сравнительного анализа транскриптомов, применимый в различных экспериментальных условиях, включая дифференцировку тканей, исследования evo-devo и т.д.

Также реализовывались проекты в рамках грантов и контрактов:

- Пилотные тест-системы, основанные на количественной протеомике крови, для ранней диагностики болезни Альцгеймера и прогнозирования осложнений, вызванных COVID-19 (проф. Николаев).
- Разработка и создание макета масс-спектрометра сверхвысокого разрешения с электронной ударной ионизацией для идентификации летучих соединений на основе многоэлектродных гармонизированных ловушек Кингдона (проф. Николаев).
- Веб-сервис, реализующий полный цикл анализа данных HiC, с удобным интерфейсом, подходящим для врачей (проф. Храмеева).
- Исследование альтернативного сплайсинга как лекарственной мишени, совместный проект с Китаем (проф. Первушин).
- Разработка инструментов редактирования генома растений (проф. Логачева).



- Поиск новых антибиотиков (проф. Сергиев).
- Анализ метаболитов наркотических соединений в сточных водах школ (проект при поддержке Правительства Москвы) (проф. Костюкевич и проф. Николаев).
- Вклад микробиома в биоремедиацию поврежденных почв (проф. Гельфанд).
- Секвенирование генома борщевика Сосновского и анализ его метаболома, демонстрирующие значительные различия в выработке фотосенсибилизирующих соединений (псорален и его производные) среди популяций борщевика; с потенциальным применением для планирования уничтожения этого инвазивного вида (проф. Логачева).

Ключевые публикации

1. Mechanism of mitoribosomal small subunit biogenesis and preinitiation (I. Laptsev, P.Sergiev) *Nature*.
2. Complex fitness landscape shapes variation in a hyperpolymorphic species (A.V.Stolyarova, A.V.Fedotova, G.A.Bazykin) *eLife*.
3. Alternative RNA splicing modulates ribosomal composition and determines the spatial phenotype of glioblastoma cells (O.A.Dontsova) *Nature Cell Biology*.
4. VDJdb in the pandemic era: a compendium of T cell receptors specific for SARS-CoV-2 (M.Goncharov, D.Chudakov) *Nature Methods*.
5. Pinpointing the tumor-specific T cells via TCR clusters (M.M.Goncharov, N.I.Sharaev, V.Karnaukhov, D.M.Chudakov) *eLife*.
6. Genomic analysis reveals cryptic diversity in aphelids and sheds light on the emergence of Fungi (M.D.Logacheva) *Current Biology*.
7. The Parallel Reaction Monitoring-Parallel Accumulation–Serial Fragmentation (prm-PASEF) Approach for Multiplexed Absolute Quantitation of Proteins in Human Plasma (A.Brzhozovskiy, A.Kononikhin, A.E.Bugrova, G.I.Kovalev, E.N.Nikolaev, C.H.Borchers) *Analytical Chemistry*.
8. Aromaticity Index with Improved Estimation of Carboxyl Group Contribution for Biogeochemical Studies (A.Zherebker, G.D.Rukhovich, A.Sarycheva, E.N.Nikolaev) *Environmental Science and Technology*.
9. Inactive and active state structures template selective tools for the human 5-HT5A receptor (P.Popov) *Nature Structural and Molecular Biology*.
10. Memory persistence and differentiation into antibody-secreting cells accompanied by positive selection in longitudinal BCR repertoires (A.Mikelov, E.I.Alekseeva, D.M.Chudakov, G.A.Bazykin) *eLife*



Подготовка лидеров

Центр реализует одну из самых крупных образовательных программ в Сколтехе. Об уровне студентов и их результатах свидетельствуют публикации в авторитетных журналах, успешные защиты, трудоустройство после выпуска.

Семь выпускников 2022 года и 16 выпускников прошлых лет успешно защитили кандидатские диссертации.

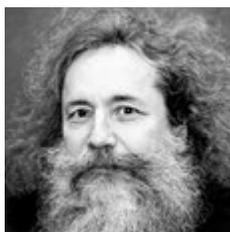
Примеры публикаций студентов в качестве первого автора (журналы Q1, Nature Index):

1. Complex fitness landscape shapes variation in a hyperpolymorphic species (A.V.Stolyarova) eLife (NI).
2. Interaction between transcribing RNA polymerase and topoisomerase I prevents R-loop formation in *E. coli* (D.Sutormin) Nature Communications (NI).
3. Pinpointing the tumor-specific T cells via TCR clusters (M.M.Goncharov) eLife (NI).
4. VDJdb in the pandemic era: a compendium of T cell receptors specific for SARS-CoV-2 (M.Goncharov) Nature Methods (NI).
5. Memory persistence and differentiation into antibody-secreting cells accompanied by positive selection in longitudinal BCR repertoires (A.Mikelov, E.I.Alekseeva) Elife (NI).
6. Persistence of plasmids targeted by CRISPR interference in bacterial populations (V.Mamontov) Proceedings of the National Academy of Sciences (NI).
7. Best templates outperform homology models in predicting the impact of mutations on protein stability (M.A.Pak) Bioinformatics.
8. Pairs of Mutually Compensatory Frameshifting Mutations Contribute to Protein Evolution (D.Biba) Molecular Biology and Evolution.
9. Uncertainty-aware and interpretable evaluation of Cas9-gRNA and Cas12a-gRNA specificity for fully matched and partially mismatched targets with Deep Kernel Learning (B.Kirillov) Nucleic Acids Research.
10. Molecular epidemiology of HIV-1 in Oryol Oblast, Russia (K.Safina) Virus Evolution.
11. RtcB2-PrfH Operon Protects *E. coli* ATCC25992 Strain from Colicin E3 Toxin (T.Maviza) International Journal of Molecular Sciences.



12. Murine Falcor/LL35 lncRNA Contributes to Glucose and Lipid Metabolism In Vitro and In Vivo (E.Scherbinina) Biomedicines.
13. Recapitulation of the embryonic transcriptional program in holometabolous insect pupae (E.Ozerova) Scientific Reports.
14. Transcriptome analysis reveals high tumor heterogeneity with respect to re-activation of stemness and proliferation programs (A.Baranovsky) PLoS One.
15. Phenotypic Alteration of BMDM In Vitro Using Small Interfering RNA (N.Halimani) Cells.
16. Studying Chromatin Epigenetics with Fluorescence Microscopy (A.I.Stepanov) International Journal of Molecular Sciences.
17. A hierarchy in clusters of cephalopod mRNA editing sites (M.A.Moldovan) Scientific Reports.
18. S51 Family Peptidases Provide Resistance to Peptidyl-Nucleotide Antibiotic McC (E.Yagmurov†) mBio.

В части трудоустройства, выпускники 2022 года устроились на должности младших научных сотрудников в Сколтех, Институт биоорганической химии им. академиков М.М. Шемякина и Ю.А. Овчинникова, НМИЦ ДГОИ им. Дмитрия Рогачева, а также ряда компаний (Boston Gene, MiLaboratories, Alkor Bio). Некоторые будут продолжать обучение в престижных международных университетах (Йель, Колумбийский университет, Университетский колледж Лондона и ряде других).



Задача нашего центра – сохранение высокого уровня образовательной и исследовательской деятельности в области молекулярной, клеточной и вычислительной биологии. В этом году успешно завершили обучение 44 магистра и аспиранта, разработаны новые курсы, в том числе для профессионального сообщества и широкой аудитории. Значимые результаты, способствующие, в частности, пониманию распространения и эволюции SARS-CoV-2 в России, опубликованы студентами и профессорами в престижных международных журналах (Nature, PNAS, NAR).

Проф. Михаил Гельфанд, директор Центра, вице-президент по биомедицинским исследованиям



Дополнительное профессиональное образование

Дополнительное профессиональное образование реализовано по тематикам биологии растений и молекулярной онкологии:

- Проф. Логачева «Школа молодых ученых PlantNGS-2022» (24 слушателя, офлайн, мастер-класс на платформе wetlab),
- Проф. Логачева: «Обработка данных высокопроизводительного анализа генома»,
- Проф. Гельфанд, Д-р Рыбко: Курс «Молекулярная онкология» совместно с Международным медицинским кластером (5 дней, 400+ слушателей).

Инновационная деятельность

Функционируют стартапы, основанные профессорами Центра: MiLaboratory (проф. Чудаков), Target Medicals (проф. Струшкевич), Crystera (проф. Струшкевич), MRM Proteomics R (проф. Николаев), MS Technologies (проф. Николаев),

Geonome (проф. Гельфанд).
Выдан патент с приоритетом от 05.09.2022 "Mass spectrometer with electron impact ionization based on a multielectrode harmonized Kingdon trap" W22050633 2022123612 (проф. Николаев).

Экспертная роль

Центр выступает в качестве эксперта по ряду проектов национального уровня. В частности, проф. Базыкин участвовал в совместных исследованиях эпидемиологии SARS-CoV-2 в России с профильными

ведомствами: Министерством здравоохранения, ФМБА России и Роспотребнадзором. Проф. Костюкевич участвовал в инициировании и разработке Программы развития научного приборостроения в России.



Международное сотрудничество

В условиях санкций и усиления изоляции были закрыты некоторые проекты совместно с зарубежными университетами (Тартуский университет, Гамбургский университет). Заявка на грант РФФИ с Европейской лабораторией молекулярной биологии не была рассмотрена в связи

с прекращением программы. Вместе с тем, международное сотрудничество осуществлялось на уровне профессоров. Среди партнеров – Стокгольмский университет, Иллинойский университет в Чикаго, Техасский университет, Чжэцзянский университет.

Профессиональное сообщество и работа с широкой аудиторией

Центр ведет активную работу по популяризации науки для широкой аудитории. Профессора, исследователи и студенты дают многочисленные интервью, проводят открытые лекции на десятках площадок, включая «Зарядье», «Архэ», гимназию «Сколково»,

школу «Летово», «Сириус», Ельцин-центр, Форум доноров. Также Центр принимает участие в школах для старшекласников, среди примеров – Летняя школа в Дубне, Химера, зимняя школа в Пущино, онлайн школа по молекулярной и теоретической биологии.



Центр нейробиологии и нейро- реабилитации им. Владимира Зельмана

Центр нейробиологии и нейрореабилитации имени Владимира Зельмана основан в 2018 году.

Центр проводит междисциплинарные и трансляционные исследования в области нейробиологии и нейронных технологий в таких направлениях, как интерфейсы мозг-компьютер, метаболизм мозга, биоматериалы, вычислительная нейробиология и нейровизуализация, нейромодуляция, малые молекулы.

Центр возглавляет проф. Филипп Хайтович.



Науки о жизни,
агротехнологии

35

профессоров
и исследователей

34

магистра
и аспиранта

8

выпускников
магистратуры
и аспирантуры

30

публикаций,
включая 20
в журналах Q1.
3 работы в журналах
Nature Index

242

млн.рублей
финансирование
научных
исследований
2022–2024

13

проектов
в рамках грантов
и контрактов





Результаты исследований и разработок

- Лаборатория биоматериалов разработала новые технологии, в том числе PLACE (печатная, послойная, настраиваемая инкапсуляция полезной нагрузки). Результаты опубликованы в семи публикациях в журналах первого квартиля со средним импакт-фактором >7. Подана заявка на патент.
- Разработана технология снятия хронической боли в рамках исследования, поддержанного грантом РФФИ и индустриальным партнером ООО «Моторика», производителем бионических протезов. Успешно проведено исследование по использованию инвазивной стимуляции периферических нервов (ПНС) ампутированной конечности для обеспечения сенсорной обратной связи во время управления протезом и уменьшения фантомной боли. В дополнение к терапевтическим эффектам, ПНС зарекомендовала себя как эффективный инструмент соматосенсорной обратной связи с протезом. Для подтверждения достигнутого 78%-ного уровня точности при использовании протеза необходимо дальнейшее экспериментальное исследование.
- Разработан прототип технологии на основе липидома для оценки риска психиатрических заболеваний. По результатам разработки опубликована статья в престижном журнале в области психиатрии (импакт фактор >25,9), подана заявка на патент, получено финансирование от Московского центра инновационных технологий в здравоохранении.
- Разработан прототип новой терапевтической платформы, основанной на доставке siRNA in vivo к ключевым регуляторам врожденных воспалительных процессов. Результат опубликован в журнале Q1 (импакт фактор >10).
- Совместно с консорциумом Центра компетенций «Бионическая инженерия в медицине» НТИ на базе СамГМУ начат амбициозный проект по разработке технологии остеоинтеграции биомеханических экзопротезов верхних и нижних конечностей с нейроконтролем. В качестве первого этапа разработана концепция технического решения. Также решен ряд задач, включая изучение существующих решений, патентный поиск, анализ опыта использования съемных протезов людьми с ампутированными конечностями, разработку прототипов неинвазивных миоинтерфейсов и алгоритмов управления экзопротезами верхних и нижних конечностей. Результаты первого года могут стать основой перспективных подходов к контролю за экзопротезированием у пациентов с ампутациями, повышению их подвижности



и улучшению качества жизни.
Проект финансируется
Центром НТИ, а также

производителями экзопротезов
Моторика, Салют-Орто, Союзом
Кибатлетика.

Поданы две патентные заявки:

1. RU № 2022129057 dd 09.11.2022, Abdurashitov, A.S., Proshin, P. I., Sukhorukov, G. B. Manufacturing and applications of free-standing drug-eluting films (PLACE).
2. RU № 2022123068 dd 29.08.2022, P.E. Khaitovich, E.A. Stekolshchikova, A.I. Tkachev, N.A. Anikanov, Method for diagnosing mental disorders by blood lipids.



Развитие нейронаук, области в которой многие еще не изучены, безусловно, будет влиять на нашу жизнь. Наш Центр стремится быть и оставаться ключевым носителем экспертизы в области нейронаук в России. В 2022 году мы удвоили число научно-исследовательских проектов по грантам и контрактам, а также смогли привлечь сильных талантливых исследователей и студентов в наши проекты.

Проф. Филипп Хайтович, директор Центра



Ключевые публикации

1. Murat, F., Mbengue, N., Winge, S.B. et al. The molecular evolution of spermatogenesis across mammals. *Nature* – Q1 – IF 41,5.
2. Tkachev A, Stekolshchikova E, Vanyushkina A, et al. Lipid Alteration Signature in the Blood Plasma of Individuals With Schizophrenia, Depression, and Bipolar Disorder. *JAMA Psychiatry* – Q1 – IF 25,9.
3. Yavich N, Koshev N, Malovichko M, Razorenova A, Fedorov M. Conservative Finite Element Modeling of EEG and MEG on Unstructured Grids. *IEEE Trans Med Imaging*. 2022 Mar;41(3):647-656. – Q1 – IF 10.048
4. Sindeeva, O. A., Abdurashitov, A. S., Proshin, P. I., Kadrev, A. V., Kulikov, O. A., Shaparov, B. M., ... & Sukhorukov, G. B. (2022). Ultrasound-Triggerable Coatings for Foley Catheter Balloons for Local Release of Anti-Inflammatory Drugs during Bladder Neck Dilation. *Pharmaceutics*, 14(10), 2186. – Q1. – IF 6.5.
5. Syrov, N., Yakovlev, L., Nikolaeva, V., Kaplan, A., & Lebedev, M. (2022). Mental Strategies in a P300-BCI: Visuomotor Transformation Is an Option. *Diagnostics*, 12(11), 2607

Подготовка лидеров

Результаты образовательной деятельности включают разработку и чтение курсов, научное руководство студентами.

Примеры публикаций студентов в рецензируемых научных журналах:

1. **Dmitry Senko**, Anna Gorovaya, Elena Stekolshchikova, Nickolay Anikanov, Artur Fedianin, Maxim Baltin, Olga Efimova, Daria Petrova, Tatyana Baltina, Mikhail A. Lebedev, Philipp Khaitovich, Anna Tkachev, "Time-dependent effect of sciatic nerve injury on rat plasma lipidome," *International Journal of Molecular Sciences*.
2. **Gurgen Soghoyan**, Artur Biktimirov, Yury Matvienko, Ilya Chekh, Mikhail Sintsov, Mikhail Lebedev. (2022). Peripheral nerve stimulation for both phantom limb pain suppression and somatosensory feedback in transradial amputees. *Brain Stimulation* (under review).
3. **Proshin, P. I.**, Abdurashitov, A. S., Sindeeva, O. A., Ivanova, A. A., & Sukhorukov, G. B. (2022). Additive Manufacturing of Drug-Eluting Multilayer Biodegradable Films. *Polymers*, 14(20), 4318.
4. **Sapach, A. Y.**, Sindeeva, O. A., Nesterchuk, M. V., Tsitrina, A. A.,



Mayorova, O. A., Prikhozhenko, E. S., ... & Sukhorukov, G. B. (2022). Macrophage In Vitro and In Vivo Tracking via Anchored Microcapsules. ACS Applied Materials & Interfaces, 14(46), 51579-51592.

5. Halimani N, Nesterchuk M, Andreichenko IN, Tsitrina AA, Elchaninov A, Lokhonina A, Fatkhudinov T, Dashenkova NO, Brezgina V, Zatsepin TS, Mikaelyan AS, Kotelevtsev YV. Phenotypic Alteration of BMDM In Vitro Using Small Interfering RNA. Cells.

Примеры успешных защит:

- Абдурашитов Аркадий (научный руководитель проф. Глеб Сухоруков), диссертация " Методы лазерной спекл-визуализации динамических процессов в биологических системах".

Диссертация на соискание степени кандидата физико-математических наук.

- Ткачев Анна (научный руководитель проф. Филипп Хайтович), «Методология анализа данных панорамных измерений липидного состава с использованием ВЭЖХ-МС и ее применение в исследовании психических расстройств». Диссертация на соискание ученой степени кандидата компьютерных наук.

Студенты Н. Пилюгин и Г.Согоян основали стартап "Alter Sense", который разрабатывает геймифицированную систему стимуляции с виртуальной реальностью для реабилитации пациентов после инсульта, с повреждением спинного мозга, ампутацией конечностей и другими неврологическими заболеваниями и травмами.

Дополнительное профессиональное образование

Разработана программа для медицинского факультета Высшей инженерной школы Самарского государственного медицинского университета.

Также Центр принял участие в семинаре по машинному обучению и программе для молодых инженеров компании ЕВРАЗ, прочитав курсы по нейротехнологиям.



Экспертная роль

Экспертиза Центра востребована в рамках ряда научных и технологических программ:

- Проект «Разработка технологии остеointegrации с нейроконтролем для бионического экзопротеза кисти и стопы» совместно с Научно-исследовательским институтом по бионике Самарского государственного медицинского университета.
- Проект «Микрокапсулирование лекарственных средств и разработка

экспериментального метода терапии с использованием клеточных технологий» (Приоритет-2030).

- Проект «Разработка методов объективной диагностики риска психических расстройств на основе липидного анализа плазмы крови» в сотрудничестве с Московским центром инновационных технологий в здравоохранении и Психиатрической клинической больницей № 1 им. Н.А. Алексеева Департамента здравоохранения города Москвы.

Международное сотрудничество

Несмотря то, что многие коллаборации были приостановлены, Центр продолжал исследования с научными группами из Института эволюционной антропологии Общества Макса Планка, Лондонского университета королевы Марии, Института неврологии Университетского колледжа Лондона,

Харбинского политехнического университета, Института вычислительной биологии, Китайской академии наук.

Также Центр представлен в Рабочей группе БРИКС по биотехнологиям и биомедицине, включая науки о жизни и нейронауки.

Профессиональное сообщество, работа с широкой аудиторией

Центр активно участвует в продвижении бренда Сколтеха, организуя или принимая участие в различных мероприятиях для широкой аудитории.

Среди наиболее значимых примеров – участие в проекте Альманаха «16 способов изменить мир» (проект «Лаборатория научного кино»), интервью (РИА Новости,



Коммерсантъ, Россия-1, Россия-24, радио Маяк), лекции в Ельцин-центре и Архэ.

- Ольга Синдеева – интервью на телеканалах Россия-1, Россия-24, а также радио «Маяк», по разработкам Центра в области высокотехнологичной медицины,
- Глеб Сухоруков – интервью «Коммерсантъ» о полимерных биопленках,
- Михаил Лебедев – лекция «Эпоха нейрогаджетов: могут ли технологии усилить сознание?» в Ельцин-центре,
- Алексей Горин – интервью на радио «Маяк» («Почему мозг учится быстрее, если ему угрожает опасность»),
- Кирилл Половников – онлайн-семинар по биоинформатике и науке о данных,
- Филипп Хайтович – лекция «Мой мозг и я» (Москино Музеон), интервью с «РИА Новости», лекция «Эволюция и развитие мозга человека» (фестиваль Наука 0+),
- Гурген Согоян – интервью на радио «Маяк». Наука и техника. «Ощущение в реальности: чувствительные протезы излечат от фантомных болей»,
- Лев Яковлев – лекции на фестивале Наука 0+, РОСИЗО, статьи в блоге «Научный дзен в Сколтехе»,
- Николай Сыров – лекция «Иллюзии тела и фантомные конечности»,
- Наталья Подсосонная – участник круглого стола на Нейрофоруме 2022.



Проектный центр агротехнологий

Проектный центр агротехнологий создан в 2021 году в рамках трансформации научно-технологической программы Сколтеха. Центр сфокусирован на следующих ключевых направлениях:

растениеводство, животноводство, типирование окружающей среды и цифровизация, преобразование агропродовольственных систем. В реализации стратегии, Центр проводит исследования, ориентированные на решение проблем в агропромышленном комплексе, уделяя особое внимание работе с компаниями. В целях подготовки высококвалифицированных специалистов, Центр реализует «Агро» направление в магистратуре и аспирантуре, а также программы дополнительного образования.

Центр возглавляет проф. Лоран Генцбиттель.

16

профессоров
и исследователей

8

магистров
и аспирантов

4

программы ДПО

8

публикаций в Q1

144

млн. рублей
финансирование
по контрактам
и грантам
2022–2023

>100

слушателей
программ ДПО



Науки о жизни,
агротехнологии



Результаты исследований и разработок

Алгоритм прогнозирования урожайности сельскохозяйственных культур на основе индекса засухи с точностью 75% разработан в рамках проекта “Прогнозирование урожайности сельскохозяйственных культур с использованием анализа индекса засухи (совместно с семеноводческой компанией “Рассвет”)

- Разработан и оптимизирован набор SNP средней плотности, подходящий для импутирования генотипов, популяционного анализа и изучения хозяйственных признаков крупного рогатого скота породы Ангус (совместно с Мираторг Генетика). Информация о генотипах (50 тыс. SNP) 300 000 коров породы ангус импутирована с использованием последовательностей полных геномов 47 быков, принадлежащих поголовью “Мираторг”, и 128 быков из проекта “1000 геномов быков” в качестве референсной популяции. Кроме того, информация о фенотипе 13261 животного по признакам туши и мяса использована для поиска полногеномных ассоциаций. Определены некоторые новые области генома, лежащие в основе признаков массы туши и качества мяса крупного рогатого скота породы ангус мясной породы, которые могут быть запатентованы.
- В рамках проекта “Поиск генов устойчивости к абиотическим и биотическим стрессорам и создание стрессоустойчивых линий

ячменя и люпина с использованием ионизирующей радиации и технологий редактирования генома” определены гены-кандидаты белого люпина, подходящие для редактирования, с целью обеспечения его иммунитета к антракнозу (совместно с Всероссийским научно-исследовательским институтом радиологии и агроэкологии).

- Разработан протокол ускоренного размножения белого люпина.
- Для белого люпина разработаны конструкции CRISPR-Cas9 для гена-кандидата потенциально участвующую в иммунитете растений.
- Получено десять изогенных линий мухи Черная львинка (4-е поколение)
- Разработана модификация методики трансформации с использованием микрочастиц золота; смоделирован и изготовлен дополнительный модуль для “генетической пушки”.
- Разработан новый метод хранения и транспортировки личинок Черной львинки.

Поданы патентные заявки на изобретение «Набор олигонуклеотидных праймеров для генотипирования *Colletotrichum acutatum*». Также поданы заявки на получение резидентства Сколково по проектам Golden Fly (биоконвертор для экологически чистого производства белка) и EnvAgro. Оба проекта реализованы в рамках программы трансляционных исследований Сколтеха.

Экспертная роль

Экспертиза Центра была представлена в ряде крупных инициатив в области науки и технологий. В частности, проф. Лоран Генцбиттель и проф. Хасан Банех выступили в экспертных сессиях по селекции

животных на Конгрессе молодых ученых. Проф. Генцбиттель также вошел в состав Экспертного совета по контролю углеродного баланса при Министерстве науки и высшего образования и принял участие в открытом заседании совета.

Ключевые публикации

1. Djouider, S. I., L. Gentzbittel, R. B. Jana, M. Rickauer, C. Ben, and M. Lazalli (2022), Contribution to improving chickpea (*Cicer arietinum* L.) efficiency in low-phosphorus farming systems: Assessment of the relationships between P and N nutrition, nodulation capacity and productivity performance in P-deficient field conditions, *Agronomy*, doi: 10.3390/agronomy12123150.
2. Petrovskaia, A., R. B. Jana, and I. V. Oseledets (2022), A single image deep learning approach to restoration of corrupted remote sensing products, *Sensors*, doi: 10.3390/s22239273.
3. Matvienko, I., M. Gasanov, A. Petrovskaia, M. Kuznetsov, R. B. Jana, M. Pukalchik, and I. V. Oseledets, (2022), Bayesian aggregation improves traditional single image crop classification approaches, *Sensors*, doi: 10.3390/s22228600.
4. Lytkin K, Nosulchak V, Agakhanov M, Matveikina E, Lushchay E, Karzhaev D, Raines E, Vasylyk I, Rybachenko N, Grigoreva E, Volkov V, Volynkin V, Gentzbittel L, Potokina E. Development of a High-Density Genetic Map for Muscadine Grape Using a Mapping Population from Selfing of the Perfect-Flowered Vine 'Dixie'. *Plants*. 2022; 11(23):3231. doi.org/10.3390/plants11233231.
5. Gubaev, R., Boldyrev, S., Martynova, E., Chernova, A., Kovalenko, T., Peretyagina, T., Goryunova, S., Goryunov, D., Mukhina, Z., Ben, C., Gentzbittel, L., Khaitovich, P., Demurin, Y. (2022) Genetic mapping of loci involved in oil tocopherol composition control in Russian sunflower (*Helianthus annuus* L.) lines. *G3 Genes | Genomes | Genetics*, Volume 12, Issue 4 doi: 10.1093/g3journal/jkac036.
6. Mandal, A., Baneh, H., Rout, PK, Notter, DR, 2022. Genetic analysis of sexual dimorphism in growth of Jamunapari goats of India. *Journal of Animal Breeding, Genetics* 139, 1-14.



Подготовка лидеров

Центр продолжает развивать образовательное направление в области агротехнологий. Были прочитаны курсы в области генетического разнообразия растений,

современной селекции растений, вычислительным методам в количественной генетике растений и животных, экспериментального дизайна в биологии, а также ряду тематик в биоинформатике.



Проектный центр продолжает развивать стратегию, направленную на разработку технологических решений для агропромышленного комплекса по преодолению изменений в локальном и глобальном климате. Центр развивает новое направление в агротрансформации (продовольственной и непродовольственной), сохраняя конкурентоспособность при привлечении иностранных специалистов. Проектное финансирование компаний и грантовая поддержка подтверждают наш высокий уровень как в исследованиях и разработках, так и в образовательной деятельности.

Проф. Лоран Генцбиттель, директор Центра

Дополнительное профессиональное образование

На базе Научно-учебного центра, созданного Центром в рамках проекта с Bayer AG, была разработана уникальная программа по современным технологиям в растениеводстве. Образовательные программы партнеров охватывают Тимирязевскую академию, Институт генетики и цитологии в Новосибирске и Белгородский государственный аграрный университет. Для Тимирязевской академии, РУДН, МГУ, ВШЭ и других университетов организованы 4 курса по программе “Современные технологии в селекции растений”. Аналогичный курс проведен в РАНХиГС с участием представителей бизнеса и промышленности.

- Модуль “Организация селекционных программ с использованием статистического, генетического и молекулярного подхода”, 20 слушателей.
- Модуль “Введение в геномную селекцию растений”, 20 слушателей.
- Модуль “Организация селекционных программ с использованием статистического, генетического и молекулярного подхода”, 20 слушателей.
- Летние курсы для бакалавров “Современные технологии селекции растений”, 40 слушателей.
- Совместная программа с РАНХиГС “Технологии для агробизнеса: 10 основных результатов в науке, которые будут внедрены в ближайшие 5 лет”, 20 участников.





Профессиональное сообщество, работа с широкой аудиторией

Центр расширил сеть профессиональных контактов, представляя результаты совместных работ на международных конференциях в России и за рубежом:

1. Jana, R. B. (2022), *Envirotyping: A vital tool for better understanding of nature's dynamics*, 4th Youth School on "Monitoring of Natural and Man-Made Systems", Perm Federal Research Center, Russian Academy of Sciences – Ural Branch, Perm, Russia, November 30 – December 01.
2. Gentzbittel, L.S., Ben C. (2022), "Whole genome-based breeding in crops: Genome Wide Association Studies and Genome Selection as powerful approach», Novosibirsk, *PlantaGen School 2022*, Institute of Genetics and Cytology, Russia, October 25-28.
3. Jana, R. B. (2022), *Envirotyping: A critical tool for better productivity in agriculture*, *International Forum Kazan Digital Week 2022*, Kazan, Russia, September 21 – 24.
4. Gentzbittel, L.S. (2022), *Digitalization of the agro-industrial complex: opportunities along the value chain*, *International Forum Kazan Digital Week 2022*, Kazan, Russia, September 21 – 24.
5. Jana, R. B. (2022), *Envirotyping: Linking Environmental Data, AI/ML, Genomics, and Food Security*, keynote at *International Conference on Recent Trends in Science and Technology (IRCTC-2022)*, ATME College of Engineering, Mysuru, India, Jul. 14, 2022.
6. Fomenko, S. I.*, and R. B. Jana (2022), *The Simulation of Elastic Waves Propaga-*

tion in Poroelastic Medium and Effective Module Identification, *International Conference on Mathematical Modeling in Natural Sciences (MMEN)*, Perm, Russia, Oct. 5 – 8, 2022.

Значительный вклад в продвижение бренда внесен через интервью и освещение деятельности Центра в СМИ («Коммерсантъ», «РИА Новости», «ТАСС» и др.), а также открытые лекций для широкой аудитории:

- Коммерсант: Нут – всему голова. Ученые всего мира объединились, чтобы расшифровать геном нута
- 09.02.2022, РИА Новости и др. статья: лицо. Проф. Лоран Генцбиттель
- SPUTNIK Italia: Население планеты к 2050 году достигнет 9 миллиардов человек: необходимы новые методы ведения сельского хозяйства. Проф. Лоран Генцбиттель
- ТВ БРИКС: Ученые Сколтеха разрабатывают новую технологию селекции. Профессор Лоран Генцбиттель, научный сотрудник Степан Болдырев, аспирант Алексей Замалутдинов.
- Интервью «ТАСС» с аспирантом, соучредителем OilGene Римом Губаевым.
- Научно-популярная лекция «Селекция: от прошлого к современности» аспиранта Алексеем Замалутдиновым в рамках встречи "Курилка Гутенберга" в Обнинске (Росатом). Лекция почитана в рамках научного мероприятия, которое посетили более 200 участников.



Центр системного проектирования

Центр системного проектирования создан в 2021 году на базе Космического центра в рамках трансформации программы исследований и технологий Сколтеха. Центр нацелен на формирование передовых компетенций в области системного инжиниринга для разработки сложных систем высокого уровня технологической готовности, проведение инновационных исследований и реализацию образовательной программы, отвечающей международным стандартам. Центр ведет работу по направлениям системного проектирования, системного моделирования, робототехники, космических систем. В 2022 году Центр продолжал реализовывать стратегию, решая задачи по росту кадрового потенциала, пересмотру образовательной программы в магистратуре, запуску научно-исследовательских проектов, разработке технологий уровня TRL5/6. Центр возглавляет проф. Татьяна Подладчикова.



Современные
материалы
и инженерия

37

профессоров
и исследователей

71

магистр
и аспирант

50

выпускников
магистратуры
и аспирантуры

59

публикаций,
в том числе 29
в журналах Q1
и 6 в журналах
Nature Index

143

млн. рублей
финансирование
по грантам
и контрактам
2022–2023

16

проектов
в рамках грантов
и контрактов



Результаты исследований и разработок

- Разработка первого микроспутника (кубсат) Сколтеха и успешное завершение летных испытаний. Два кубсата – Skoltech B1 и Skoltech B2 – запущены с Байконура и выведены на орбиту Земли.
- Разработка, изготовление и успешные испытания в космосе первой спутниковой платформы Сколтеха – SkSCP-1. Получение космической сертификации спутниковой платформы SkSCP-1. Разработка первого в своем роде программного обеспечения для осуществления межспутниковой связи, позволяющего кубсатам взаимодействовать друг с другом без участия человека.
- Разработка ноу-хау мобильного робота с компьютерным зрением для мониторинга теплиц на базе модельно-ориентированного проектирования (MBSE), получение документации TRL-5 о трансфере технологии.
- Разработка программного обеспечения и его внедрение в отечественный электронный блок управления современными системами помощи водителю (ADAS) для крупного промышленного партнера.
- Разработка, изготовление и тестирование ионно-циклотронных ловушек – ключевого компонента нового поколения оптических стандартов частоты для космического применения. В ловушку удалось захватить одиночный ион Yb^+ .
- Разработка экспериментальной, теоретической и вычислительной микромеханики армированных волокнами композитов (углеродное волокно, сверхвысокомолекулярный полиэтилен) и металлических (а также полимерных и керамических) сплавов аддитивного производства. Биорезорбируемые костные имплантаты из магниевое сплава. Методы рентгеновского рассеяния и FIB-SEM сканирования для определения структуры и деформационных характеристик. Исследованные подходы к анализу остаточных напряжений после FIB-SEM ring-core drilling нашли применение благодаря сотрудничеству с МИСиС, МАИ и др.
- Новый сервис космической погоды по прогнозированию солнечного ветра в рамках программы космической безопасности Европейского космического агентства (с логотипом Сколтеха).
- Технологии, разработанные в рамках проекта с АО «Российские космические системы» в области оптических стандартов частоты, внедрены в стандарты российской космической отрасли, связанные со спутниковыми системами навигации, полетами в дальний космос и телекоммуникациями.
- Разработка оборудования для производства солнечных панелей: узел нанесения клея, узел сборки агрегатных срезов, узел уменьшения. Данная технология имеет следующие характеристики: планируемая производственная мощность 12000 кв. метров в год, размер панели 1,2x2,4 м.



- Разработка цифрового двойника для электропоезда «Ласточка». В рамках промышленных проектов разработано и частично верифицировано более 20 цифровых функциональных моделей для самолетов и электропоездов. В сотрудничестве с подрядчиком разработано программное обеспечение, позволяющее внедрить технологию предиктивного обслуживания в железнодорожной отрасли.
- Теоретическая демонстрация возможностей использования сверхпроводящего квантового

интерференционного устройства для прямого высокоточного измерения ускорения, что может найти применение, например, в гравиметрии Земли и других небесных тел. Данная работа может стать основополагающей для дальнейших исследований гравитационных эффектов на куперовских парах в сверхпроводниках. Результаты работы опубликованы в журнале Nature Index [Khomchenko et al., 2022].

- Выявление болезни Паркинсона на основе мультимодального анализа данных (носимые датчики и видео). Результаты опубликованы в журналах Q1 [Kovalenko et al., 2022; Talitckii et al., 2022] и послужили основой для получения гранта Российского научного фонда (PI: доцент Андрей Сомов, 2023-2024, №23-21-00473) по теме «Исследование распространенных моторных неврологических заболеваний».
- Исследование экономической целесообразности космической рекламы – миссии, в рамках которой выведенная на определенные орбиты группировка спутников со светоотражающими панелями будет демонстрировать рекламные изображения в небе над городами [Biktimirov et al., 2022].

Ключевые публикации

1. Khomchenko I., P. Navez, and H. Ouerdane (2022), *SQUID-based interferometric accelerometer*, *Applied Physics Letters* vol. 121, 152601, <https://doi.org/10.1063/5.0126680>, Q1, CiteScore = 6.6, Nature-indexed journal.



2. Podladchikova, T., J. Shantanu, A.M. Veronig, O. Sutyryna, M. Dumbovic, F. Clette, W. Poetzi (2022), *Maximal growth rate of the ascending phase of a sunspot cycle for predicting its amplitude*, **Astronomy & Astrophysics**, 2022, 663, A88, <https://doi.org/10.1051/0004-6361/202243509>, Q1, Impact factor 6.240.
3. Noda C.Q. and the EST team, *The European Solar Telescope*, **Astronomy & Astrophysics**, 666, A21, <https://doi.org/10.1051/0004-6361/202243867>, Q1, Impact factor 6.240.
4. Abramov S., A. Korotin, A. Somov, E. Burnaev, A. Stepanov, D. Nikolaev, M. Titova (2022), *Analysis of Video Game Players' Emotions and Team Performance: an eSports Tournament Case Study*, **IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics**. 26: 3597-3606, <https://doi.org/10.1109/JBHI.2021.3119202>, Q1, Impact factor 7.021.
5. Kurenkov M., A. A. Potapov, A. Savinykh, E. Yudin, E. Kruzhkov, P. Karpyshev, D. Tsetserukou (2022), *NFOMP: Neural Field for Optimal Motion Planner of Differential-drive Robots with Nonholonomic Constraints*, **IEEE Robotics and Automation Letters**, Vol. 7, Issue 4, pp. 10991 – 10998, <https://doi.org/10.1109/LRA.2022.3196886>, Q1, Impact factor 5.43.
6. Talitckii A., E. Kovalenko, A. Shcherbak, A. Anikina, E. Bril, O. Zimniakova, M. Semenov, D. Dylov, A. Somov, *Comparative Study of Wearable Sensors, Video, and Handwriting to Detect Parkinson's Disease*. **IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement**, 71: 1-10, <https://doi.org/10.1109/TIM.2022.3176898>, Q1, Impact factor 5.332.
7. Khomchenko I. , H. Ouerdane, and G. Benenti (2022), *Voltage amplified heat rectification in SIS junctions*, **Physical Review B** vol 106, 2454, <https://doi.org/10.1103/PhysRevB.106.245413>, Q1, CiteScore 6.9.
8. Petrovsky A., I. Kalinov, P. Karpyshev, D. Tsetserukou, A. Ivanov, A. Golkar, "The two-wheeled robotic swarm concept for Mars exploration (2022)", **Acta Astronautica**, Vol. 194, pp. 1–8, <https://doi.org/10.1016/j.actaastro.2022.01.025>, Q1 journal, CiteScore 5.7.
9. Osinenko P (2022), *Towards a constructive framework for control theory*, **IEEE Control Systems Letters** (2022), vol. 6, pp. 379–384, <https://doi.org/10.1109/LCSYS.2021.3076972>, Q1 journal, CiteScore 4.6.
10. Denimal, E., Renson, L., Wong, C., & Salles, L. (2022), *Topology optimisation of friction under-platform dampers using moving morphable components and the efficient global optimization algorithm*, **Structural and Multidisciplinary Optimization**, 65(2), 1-19, <http://doi.org/10.1007/s00158-021-03158-w>, Q1 journal, Impact factor 4.542.

Подготовка лидеров

Центр ведет активную работу по повышению конкурентоспособности образовательного продукта.

Актуализированы учебные планы в магистратуре, стартовала программа с тремя треками для привлечения талантов из России и других стран.

В дополнение к новым курсам открыта программа семинаров по цифровой инженерии, на которой выступают молодые исследователи, а также приглашенные докладчики. Профессора также приняли участие в «Мастерской инноваций» Сколтеха. Студенты показывают высокий уровень знаний, что отражено в публикациях, грантах, наградах:

- Симона Нитти (научный руководитель проф. Татьяна Подладчикова) – лучшая дипломная работа, первый автор статьи (импакт фактор 5.235) [Nitti et al., 2023],
- Илья Хромченко (научный руководитель проф. Хенни Уэрдан) – первый автор статьи в журнале Nature-index , CiteScore = 6.6 [Khomchenko et al., 2022],
- Михаил Куренков (научный руководитель проф. Дмитрий Тетерюков) – первый автор статьи, журнал с импакт-фактором 5.43 [Kurenkov et al., 2022],
- Максим Савинов (научный руководитель проф. Андрей Сомов) – соавтор статьи в журнале с импакт фактором 4.627 [Koshelev et al., 2023],
- Студенты под руководством проф. Тетерюкова получили награду за лучшую публикацию на международной конференции Asia Haptics 2022 в Пекине.
- Команда reSET под руководством проф. Дмитрия Тетерюкова стала чемпионом России в соревнованиях по автономным роботам Eurobot (Королев, Россия).
- Команда Ивана Апанасевича выиграла Национальную техническую олимпиаду по интеллектуальной робототехнике Университета Иннополис.
- Алена Савиных стала бронзовым призером Всероссийской олимпиады Яндекса “Я профессионал” по информатике (робототехника).
- Джулия Мария Ронка (руководитель проф. Подладчикова) удостоена престижной награды Миланского политехнического университета за международные исследования в партнерском институте.



Центр формирует передовые компетенции в области инженерных систем, необходимые для реализации исследовательской, образовательной и инновационной деятельности мирового уровня в области проектирования систем/продуктов, системного моделирования, робототехники и космоса. В 2022 году мы успешно перестроили магистерскую программу, которая привлекла сотни абитуриентов из России и других стран. Другим значимым результатом стал запуск спутников Skoltech B1 и Skoltech B2 на орбиту Земли с использованием первой спутниковой платформы SkSCP-1, которая обеспечивает связь и эксплуатацию спутников без участия человека. Актуальность научно-технологической программы подтверждается грантовым финансированием российских и зарубежных фондов, публикациями в авторитетных международных журналах, докладами на конференциях, а также финансированием со стороны индустрии. Несмотря на сложности 2022 года, нам удалось сохранить международное присутствие – совместные проекты, академическую мобильность, конференции. Также Центр был активным участником продвижения бренда Сколтеха в России и за рубежом. В 2023 году мы продолжим работу по выбранным направлениям, выполняя задачи по вкладу Сколтеха в национальную экономику, представлению результатов исследований в высокорейтинговых журналах, подготовку выпускников для работы в секторе высоких технологий.

Проф. Татьяна Подладчикова, директор Центра

Дополнительное профессиональное образование

Реализованы программы дополнительного образования, включая «Технологическое лидерство в авиастроении» для ОАК, лекции для Сбера «Цифровая трансформация бизнеса» (проф. Сомов).

Проф. Тетерюков участвовал в Инженерном квесте ЕВРАЗ. Проект «Рой автономных карьерных самосвалов для автоматизации

шахт: моделирование поведения роя разнородных автономных роботов (самосвалов, погрузчиков, бульдозеров, экскаваторов) для оптимальной добычи полезных ископаемых» стал победителем конкурса.

Профессор Корсунский прочел цикл лекций по рентгеновскому рассеянию для МИСиС.

Инновационная деятельность

Портфель Центра пополнился новыми патентами и заявками:

1. А.С. Сомов, Д.В. Дылов, Е.А. Коваленко, А.М. Талицкий, А.С. Аникина, А.С. Щербак, "Способ диагностики болезни Паркинсона на основе анализа видеоданных с применением машинного обучения". Патент на изобретение №2764568, 2022.
2. А.С. Сомов, А.С. Степанов, "Web-платформа визуализации мультимодальных данных". Регистрация программы на ЭВМ №2022680745, 2022.
3. Д.В. Лаконцев, М.А. Куренков, М.А. Рамжаев, Т.Г. Фазлиі, Д.О. Тетерюков, А.В. Семенов, С.А. Новичков. "Способ построения маршрута движения и управления движением

мобильного сервисного робота в торговом помещении". Патент на изобретение RU 2769710 С1.

4. Заявка на патент (проф. Уэрдан): "Способ определения метаболических параметров субъекта".
5. Заявка на патент (проф. Подладчикова) PCT/RU2019/000367, № R21100420, Система и способ автоматизированного анализа и интерпретации электрокардиограммы.

Созданы два стартапа: GameR (резидент Сколково, основатель – проф. Сомов) и компания Game-R. Совместно с компанией Integrant создано новое подразделение лаборатории ISR "Self-Driving Car Group".



Экспертная роль

Профессора Центра выступили в качестве экспертов по ряду крупных инициатив в области науки и техники. В частности, значительный вклад внесен в подготовку ДК “Перспективные космические системы и сервисы” до 2030 года, которая прошла основные этапы согласований. Также оказана поддержка в разработке ДК развития беспилотных летательных аппаратов в России (НТИ). Разработан проект по

обнаружению и классификации пластиковых отходов в рамках умного города (при финансировании НТИ). Центр представлен в рабочих группах/ комитетах по вопросам развития технологий – консультирование ОАО “Российские космические системы” по коммерческому применению новых сервисов GNSS, участие в Техническом комитете 164 Росстандарта, международном подкомитете ISO/EIC SC 42 «Искусственный интеллект».

Международная деятельность

Несмотря на сложности 2022 года, Центр продолжал международную деятельность, реализуя совместные проекты, программу академической мобильности, участие в конференциях, членство в профессиональных сообществах. В рамках проекта EU HORIZON 2020 Solarnet опубликованы статьи в журналах первого квартала, включая публикацию по теме Европейского солнечного телескопа. Совместно с Национальным центром научных исследований (Франция) проводилась работа по проекту «Исследование распределенного управления гетерогенными командами «Человек-Робот» с тактильной обратной связью для совместной разведки и патрулирования» (проф. Дмитрий Тетерюков). Результатом сотрудничества с Университетом Граца стали публикации высокого уровня и

совместные проекты в области космической погоды и физики Солнца. В частности, новая служба космической погоды в рамках Программы Европейского космического агентства по космической безопасности по прогнозированию солнечного ветра представлена с логотипом Сколтеха. Международный семинар по космическим исследованиям прошел в Швейцарии при поддержке Европейского космического агентства и Швейцарского научного института: Сколтех представляла проф. Подладчикова и аспирант Галина Чикунова. Проф. Фортин выступил на конференции PLM в Гренобле с докладом, подготовленным совместно с коллегами из Германии, Франции и Италии. Проф. Осиненко стал председателем сессии на Конференции IEEE Conference on Decision and Control (CDC).

Профессиональное сообщество, работа с широкой аудиторией

Центр внес значительный вклад в продвижение бренда и работу с широкой аудиторией. Профессора проводили лекции на площадках Москвы и других городов, давали интервью ТАСС, РИА Новости, Коммерсантъ, Россия-1, принимали участие в конференциях.

- Участие в съемках фильма “16 способов изменить мир” первой в России лаборатории научного кино (проф. Подладчикова и проф. Тетерюков)
- Открытые лекции в Парке Горького по истории часов и их применению (Иван Шерстов).
- Серия лекций (проф. Александр Корсунский).
- Статья в журнале Forbes: «Показ 60-секундной рекламы в вечернем небе над городом обошелся бы в \$65 млн».
- Лекция «Солнечные бури и космическая погода» в парке Зарядье (проф. Подладчикова).
- Интервью на радио «Маяк» по выявлению болезни Паркинсона с помощью ИИ (проф. Сомов).
- Интервью по обнаружению борщевика газете «Коммерсантъ» (проф. Сомов).
- Доклад «Сбор и анализ данных в киберспорте» на конференции «Спорт будущего» (Сириус) (проф. Сомов).
- Проф. Дмитрий Тетерюков – приглашенный докладчик по теме «Автономные роботы с технологиями ИИ» на Международном автомобильном научном форуме (МАНФ), НАМИ, Москва, Россия.
- Проф. Тетерюков – доклад «Глубокое обучение для мобильных роботов и беспилотных автомобилей» на Международной конференции «Нелинейность, Информация и Робототехника» (NIR 2022).
- Доклад «Интерферометрический акселерометр на базе СКВИДов (сверхпроводящие квантовые интерферометры)» (проф. Хенни Уэрдан).





Центр технологий материалов

Центр технологий материалов создан в 2021 году на базе Центра проектирования и технологий в рамках трансформации программы исследований и технологий Сколтеха. Программа Центра включает три основных направления: (1) полимерные композиционные материалы, (2) функциональные покрытия, (3) аддитивные технологии. Центр решает задачи по развитию исследований, инфраструктуры и решений в области коммерциализации по таким направлениям как крупноразмерные композитные структуры для морского применения и инфраструктуры Крайнего Севера, импортозамещающие аддитивные технологии, сертификация новых материалов и конструкций. Центр возглавляет проф. Иван Сергеичев.



Современные
материалы
и инженерия

53

профессора
и исследователя

34

магистра
и аспиранта

11

выпускников
магистратуры
и аспирантуры

62

публикации,
включая 43 в Q1.
3 публикации
в журналах
Nature Index

246

млн. рублей
финансирование
по грантам
и контрактам
2022–2024

20

проектов
в рамках грантов
и контрактов



Результаты исследований и разработок

1. Был разработан обменно-корреляционный функционал на основе нейросети, который позволяет получить обменно-корреляционный потенциал и плотность энергии без взятия явных производных. Предложенная нейросетевая архитектура состоит из двух частей: NE и NW, которые могут быть обучены отдельно друг от друга, что позволяет гибко настраивать обменно-корреляционный функционал. В работе показано, что разработанная функциональная модель сходится в самосогласованном цикле и выдает корректные значения энергий при расчетах основного состояния атомов, молекул и кристаллов.

Ryabov, A., Akhatov, I. & Zhilyaev, P. Application of two-component neural network for exchange-correlation functional interpolation. Sci Rep 12, 14133 (2022). <https://doi.org/10.1038/s41598-022-18083-1> (Nature Index).

2. Лунный реголит – один из наиболее перспективных локальных ресурсов для использования в рамках экспедиций по исследованию и освоению лунной поверхности. Этот природный материал может быть использован для аддитивного производства керамических изделий и инструментов, способных облегчить долговременное пребывание экспедиции на спутнике Земли. Проведенное исследование описывает измерение характеристик имитационных

образцов реголита LHS-1 и LMS-1 при помощи методов XRF, XRD, SEM, EDX, DTA, TGA, UV/Vis/NIR спектроскопии и лазерной дифрактометрии. Получены данные о минеральном, химическом и фракционном составе образцов, их морфологии и оптических свойствах. Установлено, что имитационные образцы реголита LHS-1 и LMS-1 с высокой точностью имитируют основные физико-химические характеристики настоящего лунного реголита и могут быть использованы для задач аддитивного производства в рамках программы ISRU – переработки локальных ресурсов в удаленных локациях под требования технологических задач.

Isachenkov, et al. (2022). Characterization of novel lunar highland and mare simulants for ISRU research applications. // Icarus, 376, 114873. <https://doi.org/10.1016/j.icarus.2021.114873> (IF=3.66; Q1).

3. Технология лазерной полировки разработана для устранения факторов, влияющих на усталостные свойства, такие как шероховатость поверхности и пористость приповерхностного слоя. В рамках исследования, команда пришла к выводу, что значительное сокращение пористости в приповерхностном слое может быть достигнуто в результате одного сканирования без существенного ухудшения качества поверхности. Качество поверхности, пористость приповерхностного слоя

и механические характеристики образцов, прошедших лазерную полировку с устранением пор и традиционную лазерную полировку, сравнивались с исходными образцами.

Panov, et al. (2022). Pore healing effect of laser polishing and its influence on fatigue properties of selective laser melted SS316L parts. // Optics and Laser Technology, 156, 108535. <https://doi.org/10.1016/j.optlastec.2022.108535> (IF=4.94; Q1).

4. Применение электронно-лучевой плавки материала позволяет контролировать производство функционально-градиентных и сэндвич-структур из различных металлических порошков, что позволяет добиваться необходимых физических характеристик. В рамках исследования разработаны функционально-градиентные и сэндвич-структуры в системе Fe-Cu на основе SS316L с бронзой и впервые были предсказаны механические характеристики таких сэндвич-систем.

Makarenko et al. (2022). Mechanical characteristics of laser-deposited sandwich structures and quasi-homogeneous alloys of Fe-Cu system. // Materials and Design, 224, 111313. <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2022.111313>. (IF=9.42; Q1).

5. Разработан керамический 3D принтер и технология аддитивного производства для изготовления изделий из бессвинцовой пьезо-керамики.

Smirnov et al. (2022) The Fabrication and Characterization of BaTiO₃ Piezoceramics Using SLA 3D Printing at 465 nm Wavelength. Materials, 15, 960. <https://doi.org/10.3390/ma15030960> (IF=4.94; Q1).

6. Центр совместно с всероссийским научно-исследовательским институтом экспериментальной физики (РФЯЦ – ВНИИЭФ) проводит исследования в рамках программы “Разработка программного комплекса для моделирования физических процессов, происходящих при прямом энергетическом осаждении, с целью прогнозирования структуры и свойств материала, а также получения изделий с заданными свойствами”.
7. Успешно завершён проект «Поиск новых способов создания высокоэффективных бессвинцовых текстурированных пьезоматериалов с помощью аддитивных технологий» (грант РНФ).
8. Разработан новый технологический метод производства высокоэффективных текстурированных пьезоэлектрических материалов при помощи технологии стереолитографической 3D печати. В технологии применяется многолазерная схема с длинами волн, оптимизированными под оптические спектральные характеристики бессвинцовых пьезокерамических материалов. Такой подход позволилкратно увеличить эффективность аддитивного

производства пьезокерамических изделий по сравнению с существующим мировым технологическим уровнем. Толщину полимеризованного слоя удалось увеличить с 10 до 100 микрон, что повысило качество полимеризации материала и существенно

сократило время производства. Применение дополнительно разработанных подсистем в разработанном керамическом 3D принтере позволит создавать объекты со сложной внутренней микроструктурой, текстурированием и градиентом свойств.

Ключевые публикации

1. S. Farisenkov, D. Kolomenskiy, P. Petrov, T. Engels, N. Lapina, F. Lehmann, R. Onishi, H. Liu, A. Polilov. Novel flight style and light wings boost flight performance of tiny beetles. *Nature*, 2022, 602:96-100. <https://doi.org/10.1038/s41586-021-04303-7>
2. A. Ryabov, I. Akhatov, P. Zhilyaev. Application of two-component neural network for exchange-correlation functional interpolation. *Sci Rep* 12, 2022, 14133. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-18083-1>
3. I. Gerasimov, T. Losev, E. Epifanov, I. Rudenko, I. Bushmarinov, A. Ryabov, P. Zhilyaev, M. Medvedev. Comment on "Pushing the frontiers of density functionals by solving the fractional electron problem". *Science*, 2022, 377(6606), p.eabq3385. <https://doi.org/10.1126/science.abq3385>
4. K. Makarenko, O. Dubinin, S. Konev, I. Shishkovsky. Mechanical characteristics of laser-deposited sandwich structures and quasi-homogeneous alloys of Fe-Cu system. // *Materials and Design*, 224 (2022) 111313. Doi: 10.1016/j.matdes.2022.111313
5. M. Isachenkov, S. Chugunov, A. Smirnov, A. Kholodkova, I. Akhatov, I. Shishkovsky. The effect of particle size of highland and lunar regolith simulants on their printability in vat polymerisation additive manufacturing. *Ceramics International*, 2022, 43(23), 34713-19. doi: 10.1016/j.ceramint.2022.08.060
6. D. Panov, O. Oreshkin, B. Voloskov, V. Petrovskiy, I. Shishkovsky, I. Akhatov. Pore healing effect of laser polishing and its influence on fatigue properties of selective laser melted SS316L parts. *Optics and Laser Technology*, Dec. 2022, v. 156, 108535. doi: 10.1016/j.optlastec.2022.108535
7. M. Isachenkov, S. Chugunov, Z. Landsman, I. Akhatov, A. Metke, A. Tikhonov, I. Shishkovsky. Characterization of novel lunar highland and mare

- simulants for ISRU research applications. *Icarus*, 2022, 376, 114873. Doi: 10.1016/j.icarus.2021.114873
8. N. Orekhov, J. Bondareva, D. Potapov, P. Dyakonov, O. Dubinin, M. Tarkhov, D. Diudbine, K. Maslakov, M. Logunova, D. Kvashnin, S. Evlashin. Mechanism of graphene oxide laser reduction at ambient conditions: Experimental and ReaxFF study. *Carbon*, 2022, 191, 546-554 <https://doi.org/10.1016/j.carbon.2022.02.018>
 9. O. Dubinin, D. Chernodubov, Y. Kuzminova, D. Shaysultanov, I. Akhatov, N. Stepanov, S. Evlashin. Gradient soft magnetic materials produced by additive manufacturing from non-magnetic powders. *Journal of Materials Processing Technology*, 2022, 300, 117393. <https://doi.org/10.1016/j.jmatprotec.2021.117393>
 10. S. Shalnova, Y. Kuzminova, S. Evlashin, O. Klimova-Korsmi, A. Vildanov, A. Shibalova, G. Turichin. Effect of recycled powder content on the structure and mechanical properties of Ti-6Al-4V alloy produced by direct energy deposition. *Journal of Alloys and Compounds*, 2022, 893, 162264. <https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2021.162264>
 11. K. Minchenkov, A. Vedernikov, Y. Kuzminova, S. Gusev, S. Sulimov, A. Gulyaev, A. Kreslavskaya, I. Prosyanyoy, G. Xian, I. Akhatov, A. Safonov. Effects of the quality of pre-consolidated materials on the mechanical properties and morphology of thermoplastic pultruded flat laminates. *Composites Communications* 2022, 35, 101281, doi:10.1016/j.coco.2022.101281
 12. A. Vedernikov, L. Gemi, E. Madenci, Y. Onuralp Özkılıç, S. Yazman, S. Gusev, A. Sulimov, J. Bondareva, S. Evlashin, S. Konev, I. Akhatov, A. Safonov. Effects of high pulling speeds on mechanical properties and morphology of pultruded GFRP composite flat laminates. *Composite Structures* 2022, 301, 116216, doi:10.1016/j.compstruct.2022.116216
 13. P. Pathak, D. Dzhurinskiy, A. Elkin, P. Shornikov, S. Dautov, V. Ivanov. Enhanced High-Temperature YSZ-polyester Abradable Honeycomb Seal Structures. *Journal of Thermal Spray Technology* volume 31, 2022, pages307–314. <http://dx.doi.org/10.1007/s11666-021-01298-5>

Подготовка лидеров

В рамках развития программы по передовым производственным технологиям разработаны новые курсы по основам металлургии, технологиям аддитивного производства, керамике, вычислительной термодинамике и кинетике для проектирования

материалов, машинному обучению для инженерных применений.

Об успехах студентов свидетельствуют публикации в авторитетных журналах, гранты на международную академическую мобильность.

1. **Elkin, Aleksandr, Viktor Gaibel, Dmitry Dzhurinskiy, Ivan Sergeichev.** "A Multiaxial Fatigue Damage Model Based on Constant Life Diagrams for Polymer Fiber-Reinforced Laminates". *Polymers* 2022, 14(22), 4985; <https://doi.org/10.3390/polym14224985>
2. **Karamov, R., Akhatov, I., & Sergeichev, I. V.** (2022). Prediction of fracture toughness of pultruded composites based on supervised machine learning. *Polymers*, 14(17), 3619. <https://doi.org/10.3390/polym14173619>
3. **E. Syerko, T. Schmidt, D. May, C. Binetruy, S.G. Advani, S. Lomov, L. Silva, S. Abaimov, N. Aissa, I. Akhatov, M. Ali, N. Asiaban, G. Broggi, J. Bruchon, B. Caglar, H. Digonnet, J. Dittmann, S. Drapier, A. Endruweit, A. Guilloux, R. Kandinskii, A. Leygue, B. Mahato, P. Martínez-Lera, M. Matveev, V. Michaud, P. Middendorf, N. Moulin, L. Orgéas, C.H. Park, S. Rief, M. Rouhi, I. Sergeichev, M. Shakoor, O. Shishkina, Y. Swolfs, M. Tahani, R. Umer, K. Vanclooster, R. Vorobyev.** "Benchmark exercise on image-based permeability determination of engineering textiles: Microscale predictions". *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing*, Volume 167, April 2023, 107397
4. **A. Yu. Goldin and A. R. Kasimov,** "Synchronization of detonations: Arnold tongues and devil's staircases," *Journal of Fluid Mechanics*, vol. 946, R1, Sep. 2022, doi: 10.1017/jfm.2022.581.
5. **Konstantin Leonov, Iskander Akhatov.** The influence of dissolved gas on dynamics of a cavitation bubble in an elastic micro-confinement. *International Journal of Heat and Mass Transfer* 196, 123295 (2022) <https://doi.org/10.1016/j.ijheatmasstransfer.2022.123295>
6. **Konstantin I. Makarenko, Stepan D. Konev, Oleg N. Dubinin, Igor V. Shishkovsky.** Mechanical characteristics of laser-deposited sandwich structures and quasi-homogeneous alloys of Fe-Cu system. *Materials & Design*, Volume 224, December 2022, 111313

7. Alexander Vedernikov, Kirill Minchenkov, Sergey Gusev, Artem Sulimov, Ping Zhou, Chenggao Li, Guijun Xian, Iskander Akhatov and Alexander Safonov. Effects of the Pre-Consolidated Materials Manufacturing Method on the Mechanical Properties of Pultruded Thermoplastic Composites. *Polymers* 2022, 14(11), 2246; <https://doi.org/10.3390/polym14112246>
8. Yulia O. Kuzminova, Oleg N. Dubinin, Marina O. Gushchina, Alexey P. Simonov, Stepan D. Konev, Aigul A. Sarkeeva, Alexander P. Zhilyaev, Stanislav A. Evlashin, The mechanical behavior of the Ti6Al4V/Ti/Ti6Al4V composite produced by directed energy deposition under impact loading, *Materialia*, Volume 27,2023, 101684, <https://doi.org/10.1016/j.mtla.2023.101684>

Даниил Панов получил стипендию DAAD для посещения Рейнско-Вестфальского технического университета Ахена (Ахен, Германия). Игорь Пчелинцев выиграл грант по программе долгосрочной академической мобильности Сколтеха для проведения исследования по диссертационной работе в МТИ. Диссертация успешно защищена, результаты опубликованы в журнале первого квартала «Ceramics International».



Дополнительное профессиональное образование

Центр существенно расширил портфолио курсов и программ ДПО, прочитанных для высокотехнологичных компаний, а также ряда академических организаций:

- 3D биопечать: процессы, материалы и применение
- цифровая сертификация композиционных материалов

и конструкций для гражданских инженерных приложений и инфраструктуры (для КузГТУ, корпорации «Энергия», РХТУ им. Д.И. Менделеева)

- Передовые аддитивные технологии (для РХТУ им. Д.И. Менделеева, компании «Красцветмет»)
- Производство полимерных пултрузионных композитов (для РХТУ им. Д.И. Менделеева)

Экспертная роль

Экспертная роль реализована за счет участия в технологических проектах, поддержанных НТИ: «Экспериментально-цифровая платформа сертификации», разработка концепции и инфраструктуры для ускоренной сертификации новых материалов и конструкций на основе виртуального тестирования (ДК «Технет»).

Центр также сотрудничает с Центром компетенций НТИ над проектом «Новые функциональные материалы» на базе Новосибирского государственного университета и в проекте «Проектирование конструкционных материалов с заданными свойствами на основе моделей машинного обучения».



В 2022 году Центр успешно завершил реорганизацию и выполнил все ключевые показатели несмотря на увольнения профессоров и разрыв международных связей с рядом партнеров. Мы существенно усилили сотрудничество с компаниями по программам НИОКР, а также запустили программы повышения квалификации, что чрезвычайно важно для развития российской промышленности и разработки инновационных решений.

Проф. Иван Сергеевич, директор Центра

Международная деятельность

Международная деятельность осуществлялась через грантовые проекты профессоров
Проводились исследования по проекту «Топологический дизайн и селективное лазерное плавление пористых имплантов и скаффолдов из нитинола для медицинских приложений» (проф. Шишковский) (РФФИ-РНФ).

Совместные публикации по тематике аддитивного производства подготовлены с Харбинским политехническим

университетом (КНР), Университетом Неджметтина Эрбакана (Турция), Федеральным институтом исследований и испытаний материалов (Германия).

Сотрудничество с университетом СИНТЕФ (Норвегия) осуществлялось в рамках гранта РФФИ.

Налажено сотрудничество по керамическим материалам с Институтом трансфузионной медицины и иммунологии, Медицинским факультетом Мангейма Гейдельбергского университета.

Инновационная деятельность

Патенты и патентные заявки

1. «Способ улучшения механических свойств сплавов на основе никеля» (Евлашин С., Бондарева Ю., Ахатов И.Ш. (RU2021108682A)
2. «Способ прямого лазерного синтеза сверхупругих эндодотических инструментов из никелида титана» (Чернышихин С., Шишковский И. (RU №2022117224)
3. «Состав покрытия, предназначенный для защиты

стальных конструкций от коррозии» (Джуринский Д., RU №2022123666).

Стартапы

В рамках российской платформы аддитивного производства керамики создан стартап ООО «Вундертех» для производства керамических аддитивных материалов, оборудования и программного обеспечения.

Профессиональное сообщество, работа с широкой аудиторией

Центр принимал участие в различных мероприятиях по продвижению бренда и популяризации научных знаний:

- летняя школа «Летово», Гимназия Сколково, Гимназия им. Пушкина (Троицк),
- лекция по механике и физике в технологиях материалов (проф. Ахатов),
- лекция по задачам в аддитивном керамическом производстве (С. Чугунов),
- интервью о качестве лазерной полировке металлических деталей после 3D-печати (Даниил Панов, аспирант),
- интервью газете «Коммерсантъ» о трехмерной печати сверхупругих стоматологических инструментов (Станислав Чернышихин, аспирант),
- лекция о колонизации Луны с использованием 3D-печати (Максим Исаченков, аспирант),
- лекция на Московской неделе интерьера и дизайна (проф. Сергеичев).





Центр науки и технологий добычи углеводородов

Центр создан в 2014 году как «Центр добычи углеводородов», получив новое название «Центр науки и технологий добычи углеводородов» в 2021 году. Стратегия Центра направлена на развитие науки, образования и инноваций в области разведки и добычи трудноизвлекаемых и нетрадиционных ресурсов углеводородов и включает следующие направления:

- характеристика нетрадиционных и сложных коллекторов углеводородов (петрофизика, геохимия, геофизика, геотермия, цифровой керн и др.)
- экспериментальная и теоретическая геомеханика



Современные материалы и инженерия

- методы увеличения нефтеотдачи (газовые, химические, термические комбинированные)
- технологии искусственного интеллекта для нефтегазовой отрасли
- геокриология (многолетнемерзлые породы, газовые гидраты)
- климатические изменения, зеленая энергетика

Цели 2022 года включали выполнение научной программы, решение задач проекта «Создание научного центра мирового уровня «Рациональное освоение ресурсов жидких углеводородов планеты» (НЦМУ) (грант Минобрнауки РФ), реализацию программы магистратуры, аспирантуры, ДПО, развитие связей и выполнение запланированного объема НИОКР и сервисных работ с компаниями нефтегазовой и энергетической отраслей.

Директором Центра является проф. Михаил Спасенных.

112

профессоров
и исследователей

69

магистров
и аспирантов

33

выпускника
магистратуры
и аспирантуры

67

публикаций,
включая 38
в журналах Q1,
2 спецвыпуска
в журнале
в области МУН
и геокриологии

622

млн. рублей
финансирование
исследований
2022–2024

47

проектов
в рамках грантов
и контрактов





Результаты исследований и разработок

Несмотря на негативные экономико-политические факторы, Центр сохранил стабильность и продолжил следовать стратегическим целям, демонстрируя исследовательские и технологические достижения в следующих проектах:

- Экспериментальные исследования процессов распространения трещины в низкопроницаемых и трещиноватых коллекторах для оптимизации технологий ГРП, проведенные в рамках проекта НЦМУ (грант Минобрнауки РФ 075-10-2022-011), контрактов с ПАО «Газпром нефть» и ПАО «ЛУКОЙЛ», под руководством проф. С.А.Станцица, проф. Д.И.Потапенко, проф. А.Н.Черемисина. Результаты описаны в научных отчетах по проектам и опубликованы в ведущих мировых изданиях.
- Определение содержания и вязкости тяжелой нефти в пластовых условиях по данным ЯМР релаксометрии на основе XGBoost модели. Работа выполнена под руководством проф. А.Н. Черемисина и н.с. А.Ивановой и опубликована в международном журнале первого квартала.
- Экспериментальное и теоретическое исследование вариаций тепловых потоков с целью прогноза продуктивности малоизученных районов осадочных нефтегазоносных бассейнов (Западная Сибирь, Волго-Урал, Припятский прогиб, Арктический шельф) в рамках проекта НЦМУ (грант Минобрнауки РФ 075-10-2022-011), контрактов с ПАО «Газпром нефть», ПАО «ЛУКОЙЛ», ПАО «Новатэк» под руководством проф. Ю.А.Попова и проф. М.Ю.Спасенных. Результаты описаны в научных отчетах, опубликованы в 3 статьях первого квартала, а также монографии, планируемой к опубликованию в 2023 г.
- Экспериментальное исследование кинетики и продуктов термического преобразования органического вещества нефтематреинских пород в геологических и технологических условиях для прогноза продуктивности нетрадиционных коллекторов и оптимизации технологий их разработки в рамках проекта НЦМУ (грант Минобрнауки РФ 075-10-2022-011), контрактов с ПАО «Газпром нефть», ПАО «ЛУКОЙЛ», под руководством проф. М.Ю.Спасенных и в.н.с. Е.А.Леушиной. Результаты приведены в научных отчетах и опубликованы в нескольких статьях первого квартала.
- Экспериментальное исследование процессов многофазной фильтрации для скрининга технологий разработки сложных коллекторов на основе микрофлюидных технологий в рамках проекта НЦМУ (грант Минобрнауки РФ 075-10-2022-011), контрактов с ПАО «Газпром нефть», ПАО «Зарубежнефть», под руководством проф. А.Н.Черемисина. По результатам подготовлено 3 научных отчета и 2 публикации в журналах первого квартала.
- Исследование смачиваемости и сорбции с помощью методов молекулярной динамики с целью



оптимизации технологий разработки карбонатных коллекторов и сорбции углеводородов в рамках проекта НЦМУ (грант Минобрнауки РФ 075-10-2022-011) под руководством профессора А.Вишнякова.

По результатам подготовлен научный отчет и 3 публикации в журналах первого квартала.

- Исследование геологических рисков освоения запасов углеводородов на арктическом шельфе, связанных с многолетнемерзлыми породами и отложениями, насыщенными газами и газовыми гидратами в рамках гранта РНФ под руководством в.н.с. Е.Чувилина и профессора М.Ю.Спасенных. По результатам подготовлен научный отчет и 3 публикации в журналах Q1.
- Разработка технологических решений для улучшения свойств асфальтовых покрытий с использованием полимерных присадок в рамках гранта РНФ 22-23-20170 под руководством проф. С.Г.Абаимова.
- Расширение тематики и числа проектов в портфеле контрактов Центра с нефтегазовыми и энергетическими компаниями в области методов увеличения нефтеотдачи, геомеханики, геохимии и петрофизики нетрадиционных коллекторов, цифрового ядра, искусственного интеллекта, захоронения радиоактивных отходов. Ключевыми клиентами Центра являются ПАО «Газпром нефть», ПАО «Лукойл», ПАО «Роснефть», ПАО «Зарубежнефть», ПАО «Новатэк», ПАО «Росатом».

К ключевым разработанным технологическим решениям относятся:

- ПО для обработки микроструктурных имиджей коллекторов в рамках технологии цифрового ядра (проф. Д.А.Коротеев)
- Микрофлюидные технологии для скрининга и оптимизации химических МУН в рамках сотрудничества с нефтегазовыми компаниями (проф. А.Н.Черемисин)
- Технологические решения для оптимизации ГРП низкопроницаемых коллекторов (тип, вязкость, скорость закачки жидкости ГРП), в сотрудничестве с нефтегазовыми компаниями (проф. С.А.Станциц, проф. Д.И.Потапенко)
- Методические рекомендации для исследования вариаций тепловых потоков с целью прогноза нефтеносности осадочных нефтегазовых бассейнов (проф. Ю.А.Попов)
- Технологическая концепция добычи углеводородов нетрадиционных коллекторов методом закачки сверхкритической воды в сотрудничестве с нефтегазовыми компаниями (проф. А.Н.Черемисин, проф. М.Ю.Спасенных)
- Модель растворения CO₂ в турбулентном потоке воды для оптимизации дизайна технологии секвестирования CO₂ в геологической среде (Проф.Д.Эскин).

Центр организовал 4 экспедиции для исследования геологических объектов в Восточной Сибири и Белоруссии, а также участвовал в морских экспедициях в море Лаптевых, Карском море, Восточно-Сибирском море (изучение эмиссии метана и загрязнений среды в результате аварии в Норильске).



Ключевые публикации

1. Ebadi, M; Orlov, D; Alekseev, V; Burukhin, A; Krutko, V; Koroteev, D; Lift the veil of secrecy in sub-resolved pores by Xe-enhanced computed tomography, *Fuel*, 328, 125274, 2022 (Q1)
2. Ebadi, M; Armstrong, R; Mostaghimi, P; Wang, Y; Alqahtani, N; Amirian, T; James, L A; Parmar, A; Zahra, D; Hamze, H; Predictive Soft Computing Methods for Building Digital Rock Models Verified by Positron Emission Tomography Experiments, *Water Resources Research*, 58, 11, e2021WR031814, 2022 (Q1)
3. S. Markovich, A. Cheremisin, D. Koroteev and others, Application of XGBoost model for in-situ water saturation determination in Canadian oil-sands by LF-NMR and density data, *Scientific Reports*, DOI: 10.1038/s41598-022-17886-6, (Q1, Nature publishing group)
4. Ivanova, A; Orekhov, A; Markovic, S; Iglauer, S; Grishin, P; Cheremisin, A; Live imaging of micro and macro wettability variations of carbonate oil reservoirs for enhanced oil recovery and CO₂ trapping/storage, *Scientific Reports*, DOI:10.1038/s41598-021-04661-2 (Q1, Nature publishing group)
5. Oye, V., Stanchits, S., Babarinde, O. et al. Cubic-meter scale laboratory fault re-activation experiments to improve the understanding of induced seismicity risks. *Sci Rep* 12, 8015 (2022). <https://doi.org/10.1038/s41598-022-11715-6> (Q1, Nature publishing group)
6. Chuvilin E., Bukhanov B., Yurchenko A., Davletshina D., Shakhova N., Spivak E., Rusakov V., Dudarev O., Khaustova N., Tikhonova A., Gustafsson O., Tesi T., Martens J., Jakobsson M., Spasennykh M., Semiletov I. In-situ temperatures and thermal properties of the East Siberian Arctic shelf sediments: Key input for understanding the dynamics of subsea permafrost. *Marine and Petroleum Geology*, 138, 105550, 2022. DOI: 10.1016/j.marpetgeo.2022.105550 (Q1)
7. Eskin D., An Engineering Model of Heat Transfer through a Turbulent Falling Liquid Film for a Condensing Vapor Flow, *Chem. Eng. Res. & Design* 187, 2022, pp. 1-8 (Q1).
8. T. Karamov, E. Leushina, E. Kozlova and M. Spasennykh; Broad Ion Beam–Scanning Electron Microscopy Characterization of Organic Porosity Evolution During Thermal Treatment of Bazhenov Shale Sample SPE Res Eval & Eng 1–11. <https://doi.org/10.2118/210599-PA> (Q1)



9. Bruna F. Faria and Aleksey M. Vishnyakov Simulation of surfactant adsorption at liquid–liquid interface: What we may expect from soft-core models? *J. Chem. Phys.* 157, 094706 (2022); <https://doi.org/10.1063/5.0087363> (Q1)
10. Pichugin Z., Chekhonin E., Popov Y., Kalinina M., Bayuk I., Popov E., Spasennykh M., Savelev E., Romushkevich R., Rudakovskaya S. Weighted geometric mean model for determining thermal conductivity of reservoir rocks: Current problems with applicability and the model modification. *Geothermics* 2022, 104, 102456. <https://doi.org/10.1016/j.geothermics.2022.102456> (Q1)
11. M. Owais, A. Shiverskii, A. Sulimov, D. Ostrizhinyi, Y. Popov, B. Mahato, S.G. Abaimov, Scalable fabrication of thermally conductive layered nacre-like self-assembled 3D BN-based PVA aerogel framework nanocomposites, *Polymers*, 14(16), 3316, 2022, DOI 10.3390/polym14163316. (Q1)

Подготовка лидеров

Магистерская и аспирантские программы по направлению «Нефтегазовое дело» во второй раз вошли в список ведущих образовательных программ мира в данной области (позиции 101 и 105 по мировому рейтингу).

Достижения отдельных студентов:

- Аспирант Страхиня Маркович получил степень PhD в рамках совместной программы с Curtin University, что стало второй успешной защитой в рамках данной международной программы.
- Исследование аспиранта Евгения Барабошкина по распознаванию образцов ядра по фотографиям с помощью нейросети было выделено как лучшее журналом *Journal of Petroleum Technology*, the Society of Petroleum Engineers.
- Студент магистерской программы

З.Пичугин и аспирант М.Калинина опубликовали статью в журнале первого квартиля *Geothermics* “Weighted geometric mean model for determining thermal conductivity of reservoir rocks: Current problems with applicability and the model modification», которая получила максимальное число цитирований с момента опубликования.

- Студент магистерской программы Виталий Казаку стал победителем национальной олимпиады студентов, организованной Минобрнауки РФ и Федеральным агентством Росмолодежь в номинации “Intelligence.”

Большинство выпускников 2022 года получили позиции в R&D центрах ведущих компаний отрасли (Saudi Aramco, Газпром, Роснефть) или продолжили работать в Центре на исследовательских позициях.



Программа ДПО расширена новыми курсами. Проведено более 30 тренингов, семинаров и конференций для ПАО «Газпром нефть», ПАО «ЛУКОЙЛ», АО «Зарубежнефть», ПАО «Росатом», «Белоруснефть» и

других компаний энергетического и нефтегазового секторов. Со стороны Центра координацию программы осуществляет профессор А.Чистяков, программу по технологиям ИИ для Сбера провел проф. Д.Коротеев.

Инновационная деятельность

В отчетный период Центром подготовлены следующие патенты:

- Патент РФ 2786927 П.Афанасьев, А.Черемисин, Е.Попов СПОСОБ УВЕЛИЧЕНИЯ НЕФТЕОТДАЧИ. МЕСТОРОЖДЕНИЙ ТЯЖЁЛЫХ НЕФТЕЙ И. БИТУМОВ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИЙ ДОБЫЧУ ЛЕГКОЙ НЕФТИ И ВОДОРОДОСОДЕРЖАЩЕГО ГАЗА
- ПАТЕНТ РФ 2022110266 Б.Буханов, Е.Чувиллин, А.Мухаметдинова, В.Истомин Метод определения содержания воды в газогидратном резервуаре;
- ПАТЕНТ РФ 2022116006 Б.Махато, С.Абаимов, С.Ломов, Метод определения или мониторинга степени отверждения термопластов
- Патент РФ 2764734 (авторы Е.Шилов, А.Черемисин) лицензирован компании ООО «Лабэдвакс».
- Создан стартап “Hydrogen Power” (П.Афанасьев, А.Черемисин)
- Создан первый международный стартап в ОАЭ (проф Д.Коротеев)
- 5 стартапов Центра продолжают свою успешную деятельность на технологическом рынке.



На сегодняшний день ключевой приоритет Центра – устойчивость и высокий уровень исследований, образования и инновационной деятельности. Для этого крайне важно сохранить исследовательский потенциал и команды, академических и промышленных партнеров несмотря на нестабильность внешней ситуации.

Проф. Михаил Спасенных, директор Центра



Экспертная роль

Опыт и знания, накопленные в Центре, востребованы в различных технологических проектах и инициативах национального масштаба.

Профессор М.Спасенных является руководителем, проф.А.Черемисин членом рабочей группы по нефтегазовой отрасли в совете по модернизации и технологическому развитию РФ, участвуя в оценке эффективности программ инновационного развития компаний

с государственным участием.

Проф. М.Спасенных, А.Черемисин, Д.Коротеев, С.Станчиц, Ю.Попов, А.Чистяков являются членами рабочих групп и комитетов по технологическому развитию компаний ПАО «Газпром нефть», ПАО «Лукойл», АО «Зарубежнефть» и других.

Проф. Ю.Попов – член рабочей группы Программы развития Арктики, руководитель направления в части геотермальной энергетики.

Международное сотрудничество

Несмотря на сложную политико-экономическую обстановку Центр продолжает участвовать в международных проектах, развивая связи с университетами и компаниями Ближнего Востока, Китая и Азии, включая Университет Халифа, Научно-технологический университет имени короля Абдаллы, Нанкинский университет, Вьетнамский нефтяной институт, а также с Белоруссией (компания Белоруснефть). Центр продолжает выполнять совместные проекты с университетами Франции, Канады, Германии,

Норвегии и ряда других стран. Продлено соглашение с Французским институтом нефти, продолжается взаимодействие с Лёвенским католическим университетом (Бельгия), SINTEF (Норвегия) по моделированию обледенения конструкций, университетом Альберты (Канада) по моделированию эмульсий в рамках совместного руководства аспирантами. Выполняется проект в области тепловой петрофизики с Индийской государственной нефтегазовой компанией (ONGC).



Профессиональное сообщество, работа с широкой аудиторией

Достижения Центра в области науки и технологий активно освещаются в СМИ через интервью с профессорами, репортажи, открытые лекции:

- Проф. Е.Чувиллин: «Российская Арктика и загадки вечной мерзлоты» Популярная лекция RGS 2022.
- Проф. Е.Чувиллин, Н.Соколова «Что скрывают бугры пучения в Арктике» Популярная лекция на сайте goarctic.ru.
- Интервью проф. Е.Чувилина Vice Media «Климатическая бомба на Арктическом шельфе».
- Интервью проф. Е.Чувилина турецкому телевидению «Кратеры газовых выбросов в Арктике – мина замедленного действия для климата»
- Интервью проф. Е.Чувилина to Newsweek
- Участие в научно-популярном фильме “16 способов изменить мир”
- Интервью проф. С.Абаимова по новым достижениям в области нанокompозитов PhysOrg, TACC, Хабр.





Центр энергетических технологий

Центр энергетических наук и технологий создан в 2018 году на базе Центра энергетических систем и Центра электрохимического хранения энергии. Стратегическая программа Центра направлена на проведение исследований и образовательной деятельности в области энергоэффективности и хранения энергии в целях содействия в переходе России к низко- и безуглеродной экономике, разработку технологических решений и подготовку высококлассных специалистов для современной энергетики.

Программа включает пять направлений (1) электрохимическое хранение энергии, (2) электрохимическое преобразование энергии, (3) активно-адаптивные электрические сети: системы и устройства, (4) энергетические системы с низким углеродным следом, (5) искусственный интеллект в энергетике.

Центр возглавляет проф. Артем Абакумов.



Энергоэффективность
и энергопереход

81

профессор
и исследователь

69

магистров
и аспирантов

29

выпускников
магистратуры
и аспирантуры

109

публикаций,
в том числе 88
в журналах Q1
(14 публикаций
в журналах
Nature Index)

263

млн. рублей
финансирование
по грантам
и контрактам
2022–2024

27

проектов
в рамках грантов
и контрактов



Результаты исследований и разработок

- Разработан новый подход искусственного интеллекта для поиска и понимания (возможно, альтернативных) путей оптимизации функциональных свойств материалов.
Mazheika, A., Wang, Y.G., Valero, R., Viñes, F., Illas, F., Ghiringhelli, L.M., Levchenko, S.V. and Scheffler, M., 2022. Artificial-intelligence-driven discovery of catalyst genes with application to CO₂ activation on semiconductor oxides. Nature Communications, 13(1), pp. 1-13.
- Открыт новый электродный материал NaVPO₄F для Na-ионных аккумуляторов с рекордными свойствами.
S.D. Shraer, N.D. Luchinin, I.A. Trussov, D.A. Aksyonov, A.V. Morozov, S.V. Ryazantsev, A.R. Iarchuk, P.A. Morozova, V.A. Nikitina, K.J. Stevenson, E.V. Antipov, A.M. Abakumov, S.S. Fedotov, Development of vanadium-based polyanion positive electrode active materials for high-voltage sodium-based batteries, Nat. Commun., 13, 4097 (2022).
- Разработаны методы оптимального управления электрохимическими накопителями энергии с учетом их деградации.
Sayfutdinov, T., & Vorobev, P. (2022). Optimal utilization strategy of the LiFePO₄ battery storage. Applied Energy, 316, 119080.
- Разработаны новые методы оценки устойчивости микросетей, вычислительная сложность которых не зависит от числа устройств (то есть, преодолено «проклятие размерности»)
Gorbunov, J. C. -H. Peng, J. W. Bialek and P. Vorobev, "Identification of Stability Regions in Inverter-Based Microgrids," in IEEE Transactions on Power Systems, vol. 37, no. 4, pp. 2613-2623, July 2022.
- Предложен новый класс динамических моделей для ванадиевых проточных систем накопления.
Dynamic modeling of vanadium redox flow batteries: Practical approaches, their applications and limitations, Bogdanov, S., Pugach, M., Parsegov, S., ...Stevenson, K.J., Vorobev, P. Journal of Energy Storage, 2023, 57, 106191.
- Запатентована новая технология высокоплотных монокристаллических катодных материалов с высоким содержанием никеля.
Абакумов А.М., Савина А.А., Моисеев И.А., Павлова А.Д. Катодный материал с высокой плотностью энергии для литий-ионных аккумуляторов, RU 2 776 156, 14.07.2022.
- Ряд новых фторированных органических растворителей предсказан расчетными методами ab initio.
- Реализован новый форм-фактор пакетных ячеек ЛИА емкостью до 25 Ач.



- Разработаны новые алгоритмы управления системами накопления энергии для сетевых сервисов. Развитие инфраструктуры Центра включало запуск научно-исследовательских объектов на кампусе, важных для реализации стратегической программы: открыты Лаборатория

производства катодных материалов производственной мощностью ~5 т/год и Лаборатория электрокатализа. Модернизировано оборудование Лаборатории программно-аппаратного моделирования на основе цифрового симулятора RTDS (при поддержке Мегагранта).



В 2022 году Центр существенно продвинулся в создании исследовательской инфраструктуры мирового класса в области энергетики: открыта Лаборатория по производству катодных материалов общей производственной мощностью ~5 т/год и Лаборатория электрокатализа. Модернизировано оборудование Лаборатории программно-аппаратного моделирования на основе цифрового симулятора RTDS. Также Центр подтвердил лидерские позиции в области энергетики, продемонстрировав высокий уровень публикаций – 14 работ опубликованы в журналах Nature Index. Совместно с Центром был открыт центр компетенций НТИ по мобильным технологиям хранения энергии. Запатентованы результаты прикладных исследований. Экспертиза Центра востребована в рамках программ ДПО для крупных российских компаний, среди наиболее значимых примеров – программа «Химические основы получения аккумуляторных электродных материалов» (для компании «Норникель»), «Лидеры энергетики» (для ПАО «Россети»).

Проф. Артем Абакумов, директор Центра

Ключевые публикации

1. Mazheika, A., Wang, Y.G., Valero, R., Viñes, F., Illas, F., Ghiringhelli, L.M., Levchenko, S.V. and Scheffler, M., 2022. Artificial-intelligence-driven discovery of catalyst genes with application to CO₂ activation on semiconductor oxides. *Nature Communications*, 13(1), pp.1-13.
2. S.D. Shraer, N.D. Luchinin, I.A. Trussov, D.A. Aksyonov, A.V. Morozov, S.V. Ryazantsev, A.R. Iarchuk, P.A. Morozova, V.A. Nikitina, K.J. Stevenson, E.V. Antipov, A.M. Abakumov, S.S. Fedotov, Development of vanadium-based polyanion positive electrode active materials for high-voltage sodium-based batteries, *Nat. Commun.*, 13, 4097 (2022).
3. B. Li, K. Kumar, I. Roy, A.V. Morozov, O.V. Emelyanova, L. Zhang, T. Koç, S. Belin, J. Cabana, R. Dedryvère, A.M. Abakumov, J.-M. Tarascon, Capturing dynamic ligand-to-metal charge transfer with a long-lived cationic intermediate for anionic redox, *Nature Mater.*, 21, 1165–1174 (2022).
4. Y. Watanabe, K. Hyeon-Deuk, T. Yamamoto, M. Yabuuchi, O.M. Karakulina, Y. Noda, T. Kurihara, I.-Y. Chang, M. Higashi, O. Tomita, C. Tassel, D. Kato, J. Xia, T. Goto, C.M. Brown, Y. Shimoyama, N. Ogiwara, J. Hadermann, A.M. Abakumov, S. Uchida, R. Abe, H. Kageyama, Polyoxocationic antimony oxide cluster with acidic protons, *Sci. Adv.*, 8, eabm5379 (2022).
5. Liu, Y., Han, Z., Gewinner, S., Schöllkopf, W., Levchenko, S.V., Kühlenbeck, H. and Roldan Cuenya, B., 2022. Adatom Bonding Sites in a Nickel-Fe₃O₄ (001) Single-Atom Model Catalyst and O₂ Reactivity Unveiled by Surface Action Spectroscopy with Infrared Free-Electron Laser Light. *Angewandte Chemie International Edition*, 61(28), e202202561.
6. A. A. Buchachenko, G. Visentin, and L. A. Viehland, Gaseous transport properties of the ground and excited Cr, Co and Ni cations in He: Ab initio study of electronic state chromatography, *J. Chem. Phys.*, 2022, 157, 104303.
7. Komayko, A. I.; Arkharova, N. A.; Presnov, D. E.; Levin, E. E.; Nikitina, V. A. Resolving the Seeming Contradiction between the Superior Rate Capability of Prussian Blue Analogues and the Extremely Slow Ionic Diffusion. *J. Phys. Chem. Lett.* 2022, 13 (14), 3165-3172.
8. Liu, Y., Četenović, D., Li, H., Gryazina, E., & Terzija, V. (2022). An optimized multi-objective reactive power dispatch strategy based on improved genetic algorithm for wind power integrated systems. *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*, 136, 107764.
9. Network Topology Invariant Stability Certificates for DC Microgrids With Arbitrary Load Dynamics, Chevalier, S., Ibanez, F.M., Cavanagh, K., ...Daniel, L., Vorobev, P. *IEEE Transactions on Power Systems*, 2022, 37(3), pp. 1782–1797.
10. Dynamic modeling of vanadium redox flow batteries: Practical approaches, their applications and limitations, Bogdanov, S., Pugach, M., Parsegov, S., ...Stevenson, K.J., Vorobev, P. *Journal of Energy Storage*, 2023, 57, 106191.

Подготовка лидеров

Центр реализовывал образовательные программы в рамках приоритетного направления «Энергоэффективность». Среди новых курсов – «Мониторинг, защита и управление для будущих энергосистем», «Теория функционала плотности» (совместный бакалавриат с РХТУ им. Менделеева), «Химия материалов», «Методы характеристики материалов», «Цифровые технологии в электрических сетях».

С учетом новых федеральных стандартов актуализирована программа аспирантуры.

В 2022 году успешно защитились девять выпускников.

Успехи студентов Центра подтверждаются публикациями в престижных изданиях:

1. **Ivan A. Moiseev, Aleksandra A. Savina, Alina D. Pavlova, Tatiana A. Abakumova, Vladislav S. Gorshkov, Egor M. Pazhetnov, Artem M. Abakumov**, Single crystal Ni-rich NMC cathode materials for lithium-ion batteries with ultra-high volumetric energy density, *Energy Adv.*, 1, 677–681 (2022).
2. **Anatolii V. Morozov, Haemin Paik, Anton O. Boev, Dmitry A. Aksyonov, Svetlana A. Lipovskikh, Keith J. Stevenson, Jennifer L. M. Rupp, Artem M. Abakumov**, Thermodynamics as a Driving Factor of LiCoO₂ Grain Growth on Nanocrystalline Ta-LLZO Thin Films for All-Solid-State Batteries, *ACS Appl. Mater. Interfaces*, 14, 39907–39916 (2022).
3. **Anatolii V. Morozov, Ivan A. Moiseev, Aleksandra A. Savina, Anton O. Boev, Dmitry A. Aksyonov, Leiting Zhang, Polina A. Morozova, Victoria A. Nikitina, Egor M. Pazhetnov, Erik J. Berg, Stanislav S. Fedotov, Jean-Marie Tarascon, Evgeny V. Antipov, Artem M. Abakumov**, Retardation of Structure Densification by Increasing Covalency in Li-Rich Layered Oxide Positive Electrodes for Li-Ion Batteries, *Chem. Mater.*, 34, 6779–6791 (2022).
4. **Semyon D. Shraer, Nikita D. Luchinin, Ivan A. Trussov, Dmitry A. Aksyonov, Anatoly V. Morozov, Sergey V. Ryazantsev, Anna R. Larchuk, Polina A. Morozova, Victoria A. Nikitina, Keith J. Stevenson, Evgeny V. Antipov, Artem M. Abakumov, Stanislav S. Fedotov**, Development of vanadium-based polyanion positive electrode active materials for high-voltage sodium-based batteries, *Nat. Commun.*, 13, 4097 (2022).
5. **Artem D. Dembitskiy, Dmitry A. Aksyonov, Artem M. Abakumov, Stanislav S. Fedotov**, NH₄⁺-based frameworks as a platform for designing electrodes and solid electrolytes for Na-ion batteries: A screening approach, *Solid State Ionics*, 374, 115810 (2022).
6. **Irina Skvortsova, A.A. Savina, E.D. Orlova, V.S. Gorshkov, A.M. Abakumov**, Microwave-Assisted Hydrothermal Synthesis of Space Fillers to Enhance Volumetric Energy Density of NMC811 Cathode Material for Li-ion Batteries, *Batteries*, 8, 67 (2022).

7. D. Slaifstein, F. M. Ibanez and K. Siwek, "Supercapacitor Modeling: A System Identification Approach," in IEEE Transactions on Energy Conversion, 2022.
8. Ali, M.H., Slaifstein, D., Ibanez, F.M., Zugschwert, C., Pugach, M., Power Management Strategies for Vanadium Redox Flow Battery and Supercapacitors in Hybrid Energy Storage Systems, IEEE PES Innovative Smart Grid Technologies Conference Europe, 2022.
9. Shubnaya, A., Ibanez, F.M., Rodriguez Cortes, P. Compensating measurement delays in decoupling blocks of dq control technique for multiple active bridge converter, IECON Proceedings (Industrial Electronics Conference), 2022.
- В части выпуска, большинство выпускников 2022 года остались в Центре на позициях постдоков для продолжения исследований по проектам НИОКР. Те, кто решил продолжить обучение, поступали в аспирантуру Сколтеха или европейских университетов, среди которых Технический университет Дании, Университет Гронингена.

Дополнительное профессиональное образование

Значительные результаты достигнуты в развитии дополнительного профессионального образования. В частности, для компании «Норникель» успешно проведена программа «Химические основы получения аккумуляторных электродных материалов».

Разработана и реализована программа «Лидеры энергетики» для более 100 инженеров ПАО «Россети», занимающих руководящие позиции. Программа из 5 модулей с участием иностранных спикеров стала крупнейшей программой ДПО Сколтеха.

Инновационная деятельность

Некоторые результаты исследований защищены интеллектуальной собственностью:

- Абакумов А.М., Савина А.А., Моисеев И.А., Павлова А.Д. Катодный материал с высокой плотностью энергии для литий-ионных аккумуляторов, RU 2 776 156, 14.07.2022.
- Реализована защита ноу-хау технического решения «Оценка интенсивности обледенения в произвольной точке на проводе ВЛ путем измерения массы отложений на проводе в двух других точках» (Приказ № 1425 от 22.12.2014 г. 2022; авторы: Титов Д., Волхов К.).

Экспертная роль

Экспертиза Центра по направлению хранения энергии востребована при разработке государственных научно-технологических концепций и инициатив.

В частности, Центр стал партнером нового Центра компетенций НТИ по мобильным технологиям хранения энергии, принял участие в разработке ДК по высокотехнологичному направлению «Системы накопления электроэнергии» до 2030 года и подготовке аналитического отчета

«Факторы спроса на электрические транспортные средства среди населения России».

Профессора входят в различные консультативные органы: Совет РЭНЕРА (Росатом) (проф. Антипов), Совет по приоритетному направлению научно-технического развития РФ «Переход к экологически чистой и ресурсосберегающей энергетике» (проф. Антипов), экспертные группы РНФ и Фонда Комиссарова.

Международная деятельность

Геополитическая напряженность повлияла на международную деятельность: приостановлены некоторые совместные проекты, по ряду инициатив партнеры отказались продолжать участие. Ниже приведены отдельные направления международной деятельности, поддерживаемые грантами:

- «Разработка и оптимизация эффективных катализаторов электролиза воды на основе металлоорганических каркасов с помощью активного машинного обучения» (грант Министерства науки и высшего образования, программа БРИКС с Китаем и Индией).
- «Комплексный подход к разработке калий-ионных

аккумуляторов» (РФФИ): в марте из проекта вышли немецкие партнеры, но грантовая поддержка сохраняется.

- «К усовершенствованным слоистым электродным материалам высокой емкости для литий-ионных аккумуляторов через понимание окислительно-восстановительных процессов на атомном уровне» (РНФ): бельгийский партнер вышел из проекта, но проект завершен.
- «Технологические решения для максимальной интеграции возобновляемых источников в электрические сети» (РНФ): проект реализуется совместно с Индийским технологическим институтом в Канпуре.

Центр принимал участие в организации международных

симпозиумов и семинаров. В частности, проведен семинар «Программное проектирование электронных материалов: согласование расчетных и экспериментальных подходов и информатика материалов» в рамках конференции Electronic Materials and Applications совместно с национальной лабораторией

Оук Ридж, национальной лабораторией Лос Аламос, Техническим университетом Мюнхена, Юлихским исследовательским центром. Организованы семинары по интеллектуальным технологиям и решениям для будущих энергетических систем с участием международных докладчиков.

Профессиональное сообщество, работа с широкой аудиторией

Организованы многочисленные мероприятия, направленные на продвижение результатов Центра в публичном пространстве: конференции, открытые лекции, интервью средствам массовой информации. Среди наиболее значимых примеров – XVII Международная конференция «Актуальные проблемы трансформации энергии в литиевых электрохимических системах», VII Международная школа-конференция молодых ученых по актуальным вопросам современной электрохимии и электрохимического материаловедения.

Некоторые примеры лекций и интервью:

- курс «Вычислительный дизайн материалов» в Высшей технической школе (проф. Левченко)
- Фильм в проекте ФАНК (проф. Федотов о роли Na-ионных батарей)
- лекции для Ротари-клубов в Москве (проф. Терзия)
- лекция о цифровой трансформации в электроэнергетике в Архэ (проф. Титов)
- лекции по возобновляемой энергетике в рамках ДПО по энергопереходу (проф. Воробьев)
- интервью ТАСС, журналу «Стимул» (проф. Абакумов)
- интервью Ведомостям, Рен.ТВ, ТВЦ (проф. Антипов).





Проектный центр по энергопереходу

Проектный центр по энергопереходу создан в 2021 году под руководством проф. Андрея Осипцова в рамках трансформации программы исследований и технологий Сколтеха.

Центр вносит вклад в достижение Сколтехом стратегической цели: стать ключевым центром экспертизы и разработчиком технологий, способствующих развитию национальной экономики. Реализуя программу в области декарбонизации тяжелой промышленности в России, Центр ведет деятельность по ключевым направлениям: (i) программы дополнительного профессионального образования, аналитика и развитие бизнеса, (ii) консалтинг в области технологий, (iii) проекты НИОКР в рамках крупных государственных инициатив или в сотрудничестве с индустрией.

Так как Центр создан недавно, ключевые цели 2022 года включали организацию команды и достижение первых результатов.



Энергоэффективность
и энергопереход

8

профессоров
и исследователей

6

магистров
и аспирантов

4

программы ДПО,
более 100
участников

31

млн. рублей
внешнего
финансирования
на профессора

15

публикаций
в журналах
первого квартала,
включая 3
в журналах
Nature index

5

аналитических
обзоров
по технологическим
трендам

Результаты исследований и разработок

В 2022 году Центр расширил сотрудничество с ключевым партнером, компанией «Газпромнефть» по ряду направлений.

Сотрудничество по улавливанию, полезному использованию и долгосрочному хранению CO₂ (CCUS) и зеленым нефтесервисным технологиям обозначено приоритетным направлением исследований, что включает гидродинамику и геомеханическое моделирование. Оценка емкости, приемистости и герметичности резервуаров хранения CO₂ на основе моделирования проводится в поддержку развития отечественной технологии улавливания

и хранения CO₂. В рамках такого стратегического сотрудничества Сколтех выступает как ключевой партнер и лидер научного консорциума по CCUS в интересах индустриального партнера ООО «Газпромнефть НТЦ».

Программа НИР по технологии очистки трещин и выводу скважины на режим после МГРП будет продолжена с учетом требований по снижению углеродного следа добычи и снижения негативного влияния на окружающую среду. Центр также запустил совместную комплексную программу по развитию самообучающейся модели нефтеносного пласта совместно с Центром прикладного ИИ.

Группа проф. Александра Квашнина:

- Вычислительное предсказание стабильных стехиометрий в тройной тугоплавкой системе Hf-Ta-C с их синтезом методом плазмосинтеза с последующим исследованием термостабильности и механических свойств (Adv. Func. Mat., 2206289 (2022)).
- Оптимизация процесса синтеза WB5-х с использованием метода вакуумной дуговой плазмы, позволяющего синтезировать нанопорошки, перспективные для различных применений, включая катализ (Inorg. Chem. 61, 18, 6773-6784 (2022)).

Группа проф. Сергея Боронина:

- Разработка и внедрение математической модели для оценки геомеханических рисков при закачке CO₂ в подземные пласты
E. Kanin, I. Garagash, S. Boronin, S. Zhigulskiy, A. Penigin, A. Afanasyev, D. Garagash and A. Osiptsov, CO₂ storage in deep saline aquifers: evaluation of geomechanical risks using integrated modeling workflow. Manuscript under review in Journal of Natural Gas Science and Engineering;

- Разработка и численная реализация алгоритма построения карты проницаемости коллектора с использованием комбинированного подхода механистического и машинного обучения
E.A. Kanin, A.A. Garipova, S.A. Boronin, V.V. Vanovsky, A.L. Vainshtein, A.A. Afanasyev, A.A. Osipov and E.V. Burnaev, Combined mechanistic and machine learning method for construction of oil reservoir permeability map consistent with well test measurements. Manuscript under review in Computers & Geosciences journal;
- Разработка математической модели обратного потока в трещине для снижения потерь в долгосрочной добыче
S.A. Boronin, K.I. Tolmacheva, I.A. Garagash, I.R. Abdrakhmanov, G. Yu Fisher, A.L. Vainshtein, P.K. Kabanova, E.V. Shel, G.V. Paderin, A.A. Osipov (2022) Integrated modeling of fracturing-flowback-production dynamics and calibration on field data: Optimum well startup scenarios, Petroleum Science, <https://doi.org/10.1016/j.petsci.2022.12.009>).

Экспертная роль

Совместно с Центром международных и сравнительно-правовых исследований Газпромбанка Центр выступил в качестве основателя Climate Business Club. Клуб объединил представителей деловых кругов, органов государственной власти, образовательных организаций для обсуждения развития климатических бизнес-стратегий и вопросов регулирования климата в России. Организовано более 20 встреч, в которых также приняли участие профессора других Центров Сколтеха. Советник Президента

РФ по вопросам климата Руслан Эдельгериев поддержал данную инициативу в качестве источника экспертизы для подготовки COP28 и различных стратегий в этой области. Также опубликованы аналитические обзоры, включая Обзор состояния и перспектив технологии CCUS для декарбонизации российской промышленности, серию отчетов о технологиях и обзоре рынка в области энергоперехода, обзор за 2022 год, обзор ключевых результатов 2022 года в энергетической отрасли.

Ключевые публикации

1. A.Ya. Pak, D.V. Rybkovskiy, Yu.Z. Vassilyeva, E.N. Kolobova, A.V. Filimonenko, A.G. Kvashnin*, Efficient Synthesis of WB5-x-WB2 Powders with Selectivity for WB5-x Content, *Inorg. Chem.* 61, 18, 6773-6784 (2022) (DOI: 10.1021/acs.inorgchem.1c03880), Q1, Nature Index, Journal Cover.

2. D.V. Semenov, W. Chen, X. Huang*, D. Zhou, I.A. Kruglov, A.B. Mazitov, M. Galasso, C. Tantardini, X. Gonze, A.G. Kvashnin*, A.R. Oganov, T. Cui*, Sr-Doped Molecular Hydrogen: Synthesis and Properties of SrH₂, *Adv. Mat.* 2200924 (2022) (DOI: 10.1002/adma.202200924), Q1, Nature Index.
3. A.G. Kvashnin*, D.S. Nikitin*, I.I. Shanenkov, I.V. Chepkasov, Yu.A. Kvashnina, A. Nassyrbayev, A.A. Sivkov, Z. Bolatova, A.Ya. Pak, Large-Scale Synthesis and Applications of Hafnium–Tantalum Carbides, *Adv. Func. Mat.*, 2206289 (2022) (DOI: 10.1002/adfm.202206289), Q1.
4. Duplyakov V. M., Morozov A. D., Popkov D.O, E.V.Shel, A.L.Vainshtein, E.V.Burnaev, A.A.Osiptsov, G.V.Paderin, Data-driven model for hydraulic fracturing design optimization. Part II: Inverse problem. *Q1J. Petrol. Sci. Eng.*, 208, Part A, 1093036 (2022), <https://doi.org/10.1016/j.petrol.2021.109303>, Q1.
5. S.A. Boronin, K.I. Tolmacheva, I.A. Garagash, I.R. Abdrakhmanov, G. Yu Fisher, A.L. Vainshtein, P.K. Kabanova, E.V. Shel, G.V. Paderin, A.A. Osiptsov, Integrated modeling of fracturing-flowback-production dynamics and calibration on field data: Optimum well startup scenarios, *Petroleum Science* (2022) (DOI: <https://doi.org/10.1016/j.petsci.2022.12.009>), Q1
6. Khmelenko, P., Shel, E., Boronin, S., Paderin, G., & Osiptsov, A. (2022). Proppant Packing Near the Fracture Tip during Tip Screenout: Asymptotic Models for Pressure Buildup Calibrated on Field Data and Verified with Two-Continua Simulations. *SPE Journal*, 27(04), 2126-2144. Scopus.
7. Kanin, E. A., Garagash, D. I., & Osiptsov, A. A. (2022). Turbulent Flow Effects on Propagation of Radial Hydraulic Fracture in Permeable Rock. Chapter in "Mechanics of Hydraulic Fracturing: Experiment, Model, and Monitoring."

Подготовка лидеров

Центр активно наращивает экспертизу по направлению ДПО. В частности, совместно с Евразийским научно-образовательным центром в Уфе, организована программа «ESG

в новой реальности» для более чем 40 представителей индустрии, научного сообщества и регионального Правительства. Кроме того, Центр провел часть программы для компаний «Роснефть»



и «Газпромбанк» по энергопереходу. С учетом обратной связи, на 2023 год запланирована расширенная программа для «Газпромбанка» и продолжение курса по технологическому менеджменту для компании «Роснефть». Две программы по применению ИИ в проектах ESG организованы для более 40 участников, представляющих бизнес,

Правительство Москвы, стартапы и академические организации. В отношении программ магистратуры, Центр разработал концепцию программы по прикладной вычислительной механике, которая была рассмотрена и поддержана такими компаниями как «Газпромнефть», «Новатэк», «Росатом». Старт программы запланирован на 2023 год.

Интеллектуальная собственность

Некоторые результаты исследований запатентованы:

- Способ определения размеров гидроразрыва пласта с учетом расщепления и взаимодействия потоков жидкости для гидроразрыва пласта между трещинами [in Russian], 19 декабря, 2022. RU 2786303
- Способ выбора оптимальной схемы гидроразрыва пласта

на основе интеллектуального анализа промысловых данных для увеличения добычи углеводородов. RU277503413C1.

Патент «Способ поддержания безопасной рабочей границы проводимости трещины при вводе скважины в эксплуатацию после гидроразрыва пласта» получил 1-ю премию «Успешный патент» на конкурсе ФИПС 2022 в категории «Бизнес».



В 2022 году Центр расширил сотрудничество с ключевым партнером, компанией «Газпром нефть». Идет совместная работа по улавливанию, полезному использованию и долгосрочному хранению CO₂ (CCUS) и зеленым нефтесервисным технологиям. Также в интересах двух ключевых промышленных заказчиков проводится моделирование гидродинамики и геомеханики для оценки емкости, приемистости и локализации резервуаров для хранения CO₂. Для Сколтеха – это сотрудничество стратегического уровня, где институт становится ключевым научным партнером и руководителем консорциума «Газпром нефти». Мы также входим в рабочую группу по разработке стандартов CCUS на государственном уровне.

Проф. Андрей Осипов, директор Центра

Профессиональное сообщество, работа с широкой аудиторией

Центр принял участие в мероприятиях по работе с широкой аудиторией:

- лекция в рамках XXII Международной конференции по науке и технологиям Россия-Корея-СНГ на тему «Цифровой дизайн новых материалов» (проф. Александр Квашнин),
- лекция для студентов ИТМО на тему «Данные для машинного обучения в технологиях материалов» (проф. Александр Квашнин),
- лекции по энергопереходу для ассоциации «Женщины в энергетике», «Союза женщин России», студентов университета ТМК, Ассоциации европейского бизнеса (Ирина Гайда),
- участие в Startup Village, ИННОПРОМ, мероприятии Конгресса молодых ученых в Ямало-Ненецком автономном округе (Александр Вайнштейн).





Центр фотоники и фотонных технологий

Центр создан в 2021 году в результате трансформации программы исследований и технологий Сколтеха на базе Центра фотоники и квантовых материалов. Центр специализируется на исследованиях и разработках передовых технологий в области фотоники с широким спектром применений.

С самого основания Центр демонстрирует высокие результаты деятельности – публикации в престижных журналах (Nature, Science и др.), портфолио индустриальных проектов, участие в формировании и реализации технологических проектов национальных программ, создание результатов интеллектуальной собственности, запуск стартапов технологического профиля. Центр возглавляет проф. Павлос Лагудакис, вице-президент по фотонике.



Фотоника
и квантовые
технологии

67

профессоров
и исследователей

60

магистров
и аспирантов

27

выпускников
магистратуры
и аспирантуры

67

публикаций
в журналах
первого квартала,
включая 16
в журналах
Nature Index

222

млн. рублей
финансирование
по грантам
и контактам
2022–2024

24

проекта
в рамках грантов
и контрактов



Результаты исследований и разработок

Результаты исследований Центра опубликованы в многочисленных журналах, в основном, первого квартиля, журналах группы Nature Index. Наиболее значимые работы опубликованы в Nature Reviews Physics (IF 36), Science Advances (IF 17), Nature Communications (IF 17), а также работы Physical Review Letters.

Лаборатория биофотоники разработала прототип устройства для оценки и прогнозирования развития гемангиомы. Система позволяет дифференцировать пороки развития кожи, быстро анализировать состояние гемангиом и назначать своевременное лечение. Устройство использует методы гиперспектральной визуализации для изучения патологий и специальное программное обеспечение для обработки изображений. Проект проходит пилотное клиническое исследование в Саратове, где устройство протестировано на более чем 60 пациентах.

Лаборатория биофотоники также разработала мультимодальные контрастные вещества на основе микропузырьков, которые обеспечивают контраст для флуоресцентной, оптоакустической и ультразвуковой визуализации. Микропузырьки получали на основе бычьего сывороточного альбумина (BSA) и полиаргинина (PA), а на их оболочках

одновременно закрепляли различные функциональные агенты, что позволило добиться успешной мультимодальной визуализации. Например, наночастицы оксида железа применяли в качестве оптоакустических и МРТ-контрастных веществ; красители обеспечивали флуоресцентные свойства, а газообразное ядро давало возможность использовать ультразвуковые методы.

Лаборатория гибридной фотоники проводила исследования в области инновационных оптических вычислений и реализовала предельно возможную однофотонную технологию. Разработка оптического логического переключателя с единичным фотоном, работающего при комнатной температуре, может считаться ключевой стадией, показывающей преимущества оптических вычислений, таких как сверхбыстрая работа и сверхнизкое энергопотребление. В 2022 году технология была запатентована.

Лаборатория наноматериалов разработала компактные недорогие фемтосекундные волоконные лазеры, работающие на субмикронных длинах волн. Эта технология победила в исследовательском конкурсе, также создается стартап. Ожидается, что лазеры найдут потребителей на развивающемся рынке квантовых технологий, а первыми клиентами станут

подразделения МГУ, работающие в области квантовых вычислений.

Одновременно Центр продолжил работу по продвижению на рынок передовых технологий интегральной фотоники, в первую очередь, путем разработки уникальных платформ фотонных интегральных схем (ФИС) (проф. Аркадий Шипулин)

для применения в производстве, в сотрудничестве с российской промышленностью, включая ФИС для квантового распределения ключей с РЖД, ФИС для различных типов приемопередатчиков (разработаны и проектируются в производство) и ФИС для мониторинга состояния конструкции ректификационных башен (разработан).

Ключевые публикации

1. Kavokin, A., Liew, T. C., Schneider, C., Lagoudakis, P. G., Klemmt, S., and Hoefling, S. (2022). Polariton condensates for classical and quantum computing. *Nature Physics Reviews*, 4, 435-451. DOI: 10.1038/s42254-022-00479-7 (IF = 36.273, Q1)
2. Ilatovskii, D. A., Gilshtein, E. P., Glukhova, O. E. and Nasibulin, A. G. (2022). Transparent Conducting Films Based on Carbon Nanotubes: Rational Design toward the Theoretical Limit. *Advanced Science* 9(24), 2201673. DOI: 10.1002/advs.202201673 (IF = 17.521, Q1)
3. Grebenko, A. K., Krasnikov, D. V., Bubis, A. V., Stolyarov, V. S., Vyalikh, D. V., Makarova, A. A., Fedorov, A., Aitkulova, A., Alekseeva, A. A., Gilshtein, E., Bedran, Z., Shmakov, A. N., Alyabyeva, L., Mozhchil, R. N., Ionov, A. M., Gorshunov, B. P., Laasonen, K., Podzorov, V., Nasibulin, A. G. (2022). High-Quality Graphene Using Boudouard Reaction. *Advanced Science* 9(12), 2200217. DOI: 10.1002/advs.202200217 (IF = 17.521, Q1)
4. Król, M., Septembre, I., Oliwa, P., Kędziora, M., Łempicka-Mirek, K., Muszyński, M., Mazur, R., Morawiak, P., Piecek, W., Kula, P., Bardyszewski, W., Lagoudakis, P. G., Solnyshkov, D. D., Malpuech, G., Piętka B. and Szczytko, J. (2022). Annihilation of exceptional points from different Dirac valleys in a 2D photonic system. *Nature Communications*, 13, 5340. DOI: 10.1038/s41467-022-33001-9 (IF = 17.694, Q1, Nature Indexed Journal)
5. Sitnik, K.A., Alyatkin, S., Töpfer, J. D., Gnusov, I., Cookson, T., Sigurdsson, H., and Lagoudakis, P.G. (2022). Spontaneous Formation of Time-Periodic Vortex

- Cluster in Nonlinear Fluids of Light. *Physical Review Letters*, 128(23): p. 237402. DOI: 10.1103/PhysRevLett.128.237402. (IF = 9.185, Q1, Nature Indexed Journal)
6. Baryshev, S., Zasedatelev, A., Sigurdsson, H., Gnusov, I., Töpfer, J. D., Askitopoulos, A., and Lagoudakis, P. G. (2022). Engineering photon statistics in a spinor polariton condensate. *Physical Review Letters*, 128(8), 087402. DOI: 10.1103/PhysRevLett.128.087402 (IF = 9.185, Q1, Nature Indexed Journal)
7. Shishkov, V. Y., Andrianov, E. S., Zasedatelev, A. V., Lagoudakis, P. G., and Lozovik, Y. E. (2022). Exact Analytical Solution for the Density Matrix of a Nonequilibrium Polariton Bose-Einstein Condensate. *Physical Review Letters*, 128(6), 065301. DOI: 10.1103/PhysRevLett.128.065301 (IF = 9.185, Q1, Nature Indexed Journal)
8. Kuzin, A., Chernyshev, V., Kovalyuk, V., An, P., Golikov, A., Goltsman, G., Gorin, D. (2022). In Situ Monitoring of Layer-by-Layer Assembly Surface Modification of Nanophotonic-Microfluidic Sensor. *Analytical Chemistry* 94(42), 14517–14521. DOI: 10.1021/acs.analchem.2c03909 (IF = 8.008, Q1, Nature Indexed Journal)
9. Zaytsev, V., Ermatov, T. I., Fedorov, F. S., Balabin, N., Kapralov, P. O., Bondareva, J. V., Ignatyeva, D. O., Khlebtsov, B. N., Kosolobov, S. S., Belotelov, V. I., Nasibulin, A. G., Gorin, D. A. (2022). Design of an Artificial Opal/Photonic Crystal Interface for Alcohol Intoxication Assessment: Capillary Condensation in Pores and Photonic Materials Work Together, *Analytical Chemistry*, 94(36), 12305–12313, DOI: 10.1021/acs.analchem.2c00573 (IF=8.008, Q1, Nature Indexed Journal)
10. Chetyrkina, M. R., Cvjetinovic, J., Fedorov, F. S., Perevoschikov, S. V., Mikladal, B., Gladush, Yu. G., Nasibulin, A. G. and Gorin, D. A. (2022). Carbon Nanotube Microscale Fiber Grid as an Advanced Calibration System for Multispectral Optoacoustic Mesoscopy, *ACS Photonics*, 9(10), 3429–3439. DOI: 10.1021/acsp Photonics.2c01074 (IF = 7.077, Q1)

Подготовка лидеров

Центр реализует образовательную программу в области фотоники. Среди новых курсов – «Семинар по исследованиям в области фотоники» (проф. Павлос Лагудакис) и «Предпринимательство и инновации в сфере наноматериалов» (проф. Альберт Насибулин).

Студенты Центра активно публикуются в ведущих журналах, среди примеров работ 2022 года можно выделить следующие:

1. Grebenko, A. K., Krasnikov, D. V., Bubis, A. V., Stolyarov, V. S., Vyalikh, D. V., Makarova, A. A., Fedorov, A., Aitkulova, A., Alekseeva, A. A., Gilshtein, E., Bedran, Z., Shmakov, A. N., Alyabyeva, L., Mozhchil, R. N., Ionov, A. M., Gorshunov, B. P., Laasonen, K., Podzorov, V., Nasibulin, A. G. (2022). High-Quality Graphene Using Boudouard Reaction. *Advanced Science* 9(12), 2200217. DOI: 10.1002/advs.202200217 (IF = 17.521, Q1)
2. Sitnik, K.A., Alyatkin, S., Töpfer, J. D., Gnusov, I., Cookson, T., Sigurdsson, H., and Lagoudakis, P.G. (2022). Spontaneous Formation of Time-Periodic Vortex Cluster in Nonlinear Fluids of Light. *Physical Review Letters*, 128(23): p. 237402. DOI: 10.1103/PhysRevLett.128.237402. (IF = 9.185, Q1, Nature Index Journal)
3. Baryshev, S., Zasedatelev, A., Sigurdsson, H., Gnusov, I., Töpfer, J. D., Askitopoulos, A., and Lagoudakis, P. G. (2022). Engineering photon statistics in a spinor polariton condensate. *Physical Review Letters*, 128(8), 087402. DOI: 10.1103/PhysRevLett.128.087402 (IF = 9.185, Q1, Nature Index Journal)
4. Zaytsev, V., Ermatov, T. I., Fedorov, F. S., Balabin, N., Kapralov, P. O., Bondareva, J. V., Ignatyeva, D. O., Khlebtsov, B. N., Kosolobov, S. S., Belotelov, V. I., Nasibulin, A. G., Gorin, D. A. (2022). Design of an Artificial Opal/ Photonic Crystal Interface for Alcohol Intoxication Assessment: Capillary Condensation in Pores and Photonic Materials Work Together, *Analytical Chemistry*, 94(36), 12305–12313, DOI: 10.1021/acs.analchem.2c00573 (IF=8.008, Q1, Nature Indexed Journal)
5. Kuzin, A., Chernyshev, V., Kovalyuk, V., An, P., Golikov, A., Goltzman, G., Gorin, D. (2022). In Situ Monitoring of Layer-by-Layer Assembly Surface Modification of Nanophotonic-Microfluidic Sensor. *Analytical Chemistry* 94(42), 14517–14521. DOI: 10.1021/acs.analchem.2c03909 (IF = 8.008, Q1, Nature Indexed Journal)
6. Mkrtychyan, A. A., Mishevsky, M. S., Gladush, Y. G., Melkumov, M. A., Khegai, A. M., Lagoudakis, P. G., & Nasibulin, A. G. (2022). Dispersion Managed Mode-locking



in all-fiber Polarization-maintaining Nd-doped Laser at 920 Nm. *Journal of Lightwave Technology* (early access). DOI: 10.1109/JLT.2022.3229826 (IF = 4.439, Q1)

7. Ramírez-Morales, M. A., Goldt, A. E., Kalachikova, P. M., Ramirez B, J. A., Suzuki, M., Zhigach, A. N., ...Krasnikov, D.V., & Nasibulin, A. G. (2022). Albumin Stabilized Fe@ C Core–Shell Nanoparticles as Candidates for Magnetic Hyperthermia Therapy. *Nanomaterials*, 12(16), 2869. DOI: 10.3390/nano12162869 (IF = 5.719, Q1)

Магистры Ольга Грязнова и Никита Гришаев получили награду за лучший проект на производственной практике «Разработка иммуномагнитных частиц на основе нано- и субмикронных частиц для специфического выделения биомаркеров». Проект разработан на устройстве TetraQuant. Три студента аспирантуры получили стипендию Президента РФ на обучение за рубежом. Сергей Перков, Максим Мокроусов и Алексей Кузин будут учиться в Университете имени Бар-Илана, Тель-Авивском университете и Фуданьском университете.

Инновационная деятельность

Центр проводил работу по коммерциализации технологий, о чем свидетельствует доклиническое исследование оценки гемангиомы в Саратовском университете,

подача заявки на получение статуса резидента Сколково для стартапа, разрабатывающего «электронные носы». Также поданы заявки и одобрены 7 патентов.



Я искренне горд за результаты высочайшего уровня, которые показали наши профессора, исследователи и студенты в 2022 году. Это успехи по укреплению лидерства в области фотоники, расширению международных связей, созданию инновационных решений, стартапов, а также подготовке нового поколения первоклассных специалистов.

Проф. Павлос Лагудакис, директор Центра, вице-президент по фотонике

**Патентные заявки:**

1. E. Khabushev, D. Krasnikov, A. Goldt, S. Fedotov, A. Nasibulin "Метод высокотемпературного допирования углеродных материалов" ("A method for high-temperature doping of carbon materials") Russian patent application #2022123434 filed on 01.09.2022
2. Y. Gladush, A. Mrcrtchyan, M. Mishevskii, A. Nasibulin "Neodymium fiber laser emitting femtosecond pulses at a wavelength of 920 nm" Russian patent application filed on in December 2022.
4. D. V. Krasnikov, B. X. A. Ramirez, V. A. Kondrashov, Yu. G. Gladush, A.G. Nasibulin, "Способ регенерации аэрозольных фильтров и защитных мембран". RU 2786874 C1, date issued 26.12.2022.
5. P. Lagoudakis, I. Gnusov, S. Baryshev "Способ оптического управления линейной поляризацией излучения" ("Optical control method for linear polarization of radiation") Russian patent application #2022118433 filed on 06.07.2022 (accepted on 09.03.2023)

Одобрённые патенты:

1. B. Gartseev, F.S. Fedorov, Y. Ainul, A.G. Nasibulin, M.V. Pikhletsy, C. Qiu, H. Li. Gas sensing structure and method of fabrication thereof, WO 2022/019794 A1, date issued 27.01.2022.
2. Yakin, F. S. Fedorov, V. A. Kondrashov, G. V. Ovchinnikov, A. G. Nasibulin. "Способ определения состояния готовности и качества продуктов питания" ("Method of determining state of readiness and quality of food"). RU 2767711 C1, date issued 18.03.2022.
3. P. Lagoudakis, A. Zasedatelev, "Способ переключения макроскопического состояния поляритонов при помощи одного фотона" ("A method for switching the macroscopic state of polaritons using a single photon"). RU 2782686 C2, date issued 31.10.2022.

Компания ТЕТРАКВАНТ**(Лаборатория биофотоники)**

подготовила сопроводительные документы для заявки на сертификацию биореактора CR-1b. Компания ФИСТЕХ» (Лаборатории фотонных интегральных схем) получила финансирование в размере около 90 млн. рублей и подала 3 патентные заявки. Результатом работы с индустрией стали 4 проектных предложения.

Лаборатория наноматериалов подала заявку на получение статуса участника «Сколково» по проекту ELNOPRO (программно-аппаратный комплекс для обнаружения посторонних запахов пластика на базе мультисенсорного газоанализатора). Кроме того, начат процесс подачи заявки с последующим созданием стартапа в «Сколково» по проекту «Многофункциональная мембрана для дезинфекции воздуха и контроля качества».

Экспертная роль

Профессора Центра входят в различные рабочие группы в области науки и технологий, в том числе государственного уровня.

В частности, Центр активно участвует в разработке плана создания в Московской области «Национального центра фотонных интегральных схем».

Проф. Аркадий Шипулин и д-р Сергей Аляткин обсудили с Министерством промышленности и торговли вопросы внедрения передовых оптических технологий,

разработанных в Сколтехе, в национальную промышленность. Представлены предложения по развитию фотоники в России с фокусом на местное проектирование и производство ФИС. Предложение включает в себя испытательную лабораторию, которая может быть создана на базе Сколтеха.

Проф. Альберт Насибулин является членом руководящего комитета инициативы «Углерод» (Институт «НИИГрафит»).

Международная деятельность

Центр поддерживает тесное сотрудничество с различными партнерами по всему миру.

В частности, в рамках грантов РФФИ проводятся совместные исследования с Фуданьским университетом и Индийским технологическим институтом (проф. Дмитрий Горин),

Вюрцбургским университетом (проф. Павлос Лагудакис).

Руководству Университета Шарджи было представлено предложение о создании совместной лаборатории, которое получило одобрение. Также Центр открыл исследовательскую программу «Clover Photonics» совместно с МФТИ и ИТМО.



Профессиональное сообщество, работа с широкой аудиторией

- Проф. Дмитрий Горин, «Наноструктурные материалы с контролируемыми свойствами», IV Школа молодых учёных
- Проф. Дмитрий Горин, «Биосистемы: организация, поведение, управление», 75-я всероссийская с международным участием школа-конференция молодых ученых (Нижний Новгород)
- Проф. Альберт Насибулин, Конгресс молодых ученых, «Сириус», Сочи
- Проф. Альберт Насибулин, конференция Panasonic DTIC 3, Сингапур
- Проф. Дмитрий Горин, Юлияна Цветинович, д-р. Сергей Герман, д-р. Сергей Аляткин приняли участие в съемках фильма «16 способов изменить мир», лаборатории научного кино ФАНК.

Также даны интервью на радио «Маяк» (Рудковская П.Г.), «Смотрим» (Дмитрий Красников) и «Российской газете» (проф. Лагудакис). Рудаковская П.Г. приняла участие в семинаре «Десятилетие науки и технологий» и «Институт развития Интернета» с представителями РНФ.





Центр инженерной физики

Центр инженерной физики создан в 2021 году в рамках трансформации научно-технической программы Сколтеха на базе отдельных лабораторий Центра фотоники и квантовых материалов.

Стратегическая цель Центра – развитие новых направлений, начиная от фундаментальных основ физики и заканчивая разработкой технологий, ориентированных на запросы высокотехнологической промышленности. Центр фокусируется на следующих основных направлениях: плазмоника и нанофотоника, включая интегральную кремниевую фотонику, сверхпроводящие материалы и квантовые технологии.

Основные задачи включают: (1) завершение в ближайшие три года разработки и демонстрация первого в мире прототипа эталона квантового тока, (2) разработка микроспектрометра для волоконно-оптических датчиков на основе интегральных технологий кремниевой (Si-)фотоники, (3) разработка компонентов беспроводной связи следующего поколения на основе доступной интегрированной кремниевой (Si) технологии. Центр возглавляет проф. Владимир Драчев.



Фотоника
и квантовые
технологии

34

профессора
и исследователя

19

магистров
и аспирантов

13

выпускников
магистратуры
и аспирантуры

19

публикаций
в журналах
первого квартала
(Q1), включая 6
в журналах группы
Nature Index

74

млн. рублей
финансирование
по грантам
и контрактам
2022–2024 гг.

9

проектов
в рамках грантов
и контрактов

Результаты исследований и разработок

- Впервые экспериментально продемонстрирован эффект когерентного квантового проскальзывания фазы в переменном токе (AC CQPS). Этот эффект, являющийся целью исследований многих научных групп по всему миру на протяжении 30 лет – один из самых фундаментальных явлений сверхпроводимости и физики в целом. Работа выполнена в сотрудничестве с исследователями других университетов и институтов, однако ведущая роль в формировании направления исследований принадлежит профессору Сколтеха Олегу Астафьеву. Другой профессор Сколтеха, Владимир Антонов, возглавлял технологические и экспериментальные работы группы студентов и молодых исследователей, участников проекта. Работа окажет сильное влияние на метрологию, поскольку она обеспечивает основу для создания квантового стандарта тока. На сегодняшний день стандарт тока является единственным отсутствующим элементом среди стандартов электрической квантовой метрологии. Работа опубликована в журнале Nature: Раис С. Шайхайдаров, Кьюнг Хо Ким, Джейкоб В. Данстан, Илья В. Антонов, Свен Линзен, Марио Циглер, Дмитрий С. Голубев, Владимир Н. Антонов, Евгений В. Ильичев, Олег В. Астафьев. Квантованные ступени тока как следствие когерентного квантового эффекта проскальзывания фазы переменного тока. Nature 608, 45–49 (2022).
- Демонстрация решения задач классификации (распознавания образов) с помощью алгоритмов машинного обучения на квантовом процессоре с 8-ю сверхпроводящими кубитами. Работа является экспериментальным подтверждением возможности решения практических задач с квантовыми процессорами уже на современном уровне техники. Работа находится на переднем крае физики и техники.
- В рамках работы по теме «Разработка технологий и компонентов интегральной СВЧ радиофотоники на основе кремниевых МОП-структур с внедренным слоем оксида индия олова (ИТО)» были изготовлены и исследованы высокоэффективные дифракционные решетки ввода-вывода излучения для планарных кремниевых волноводов на кремниевой основе. Результаты (аффилиация авторов исключительно Сколтех) опубликованы в журнале Optics Letters (Q1, ИФ: 3.776): Земцов Д.С., Жигунов Д.М., Косолюбов С.С., Земцова А.К., Пуплаускис М., Пшеничнюк И.А., Драчев В.П. «Широкополосная кремниевая решетка ввода-вывода излучения с высокой эффективностью и технологичной конструкцией», Optics Letters, 2022, 47 (13), 3339-3342; doi: 10.1364/OL.457284.
- Разработан и изготовлен микроспектрометр на основе фотонных интегральных схем,

продемонстрированы возможности его промышленного применения.

- Теоретически и экспериментально исследован эффект Парселла в пластинах фотонных кристаллов с Ge квантовыми точками. Разработана и продемонстрирована плазмонная решетка для циркулярно-поляризованного вывода спонтанного излучения, усиленного волноводом. Фрадкин И.М., Деменев А.А., Кулаковский В.Д., Антонов В.Н., Гиппиус Н.А. (2022). Плазмонная решетка для

циркулярно-поляризованного вывода спонтанного излучения, усиленного волноводной модой. *Applied Physics Letters*, 120 (17), 171702.

Результаты исследований по кремниевому модулятору завершили патентом:

- Планарный электрооптический модулятор света на основе полевого эффекта возбуждения угловых плазмонов в гибридном волноводе. Патент РФ 2775997, выдан 12.07.2022.

Ключевые публикации

1. Oleg V. Astafiev. Quantized current steps due to the a.c. coherent quantum phase-slip effect. *Nature* 608, 45–49 (2022).
2. Il'ichev, E. V., V. V. Ryazanov, and O. V. Astafiev. "Comment on "Coulomb Blockade and Bloch Oscillations in Superconducting Ti Nanowires"." *Physical Review Letters* 128, no. 15 (2022): 159701.
3. Vasenin, A. V., A. Yu Dmitriev, S. V. Kadyrmetov, A. N. Bolgar, and O. V. Astafiev. "Dynamics of multiphoton scattering in a two-level mixer." *Physical Review A* 106, no. 4 (2022): L041701 (Letter).
4. Fradkin, I. M., Demenev, A. A., Kulakovskii, V. D., Antonov, V. N., & Gippius, N. A. (2022). Plasmonic grating for circularly polarized outcoupling of waveguide-enhanced spontaneous emission. *Applied Physics Letters*, 120(17), 171702
5. Gromyko, D. A., Dyakov, S. A., Gippius, N. A., Weiss, T., Tikhodeev, S. G., Astrakhantseva, A. S., ... & Kukushkin, I. V. (2022). Strong Local Field Enhancement of Raman Scattering Observed in Metal-Dielectric Gratings due to Vertical Fabry-Perot Modes of Surface Plasmon Polaritons. *Physical Review Applied*, 17(2), 024015.
6. D. S. Zemtsov, D. M. Zhigunov, S. S. Kosolobov, A. K. Zemtsova, M. Puplauskis, I. A. Pshenichnyuk, V. P. Drachev, "Broadband silicon grating couplers with high efficiency and a robust design", *Optics Letters*, 2022, 47 (13), 3339-3342; doi: 10.1364/OL.457284.

7. S. Modak, L. Chernyak, A. Schulte, C. Sartel, V. Sallet, Y. Dumont, E. Chikoidze, X. Xia, F. Ren, S.J. Pearton, A. Ruzin, D.M. Zhigunov, S.S. Kosolobov, V.P. Drachev, "Variable temperature probing of minority carrier transport and optical properties in p Ga₂O₃", *APL Materials*, 2022, 10, 031106; doi: 10.1063/5.0086449.
8. Shornikova, E. V., Yakovlev, D. R., Gippius, N. A., Qiang, G., Dubertret, B., Khan, A. H., Di Giacomo, A., Moreels, I. and Bayer, M. (2021). Exciton Binding Energy in CdSe Nanoplatelets Measured by One-and Two-Photon Absorption. *Nano letters*, 21 (24), 10525-10531.

Подготовка лидеров

Образовательная программы в области фотоники была расширена новыми курсами: «Техническая физика» (В.П. Драчев, Д.М. Жигунов), «Введение в физику твердого тела» (С.С. Косолюбов, Д.М. Жигунов), «Нанооптика» (И.А. Пшеничнюк), цикл лекций «Основы фотоники» (Н.А. Гиппиус), Квантовая механика

(С.Д. Дьяков). Курс лекций по вычислительной электродинамике для магистров МГУ читал профессор Сергей Тиходеев (приглашенный профессор). Большинство выпускников 2022 года поступили в аспирантуру Сколтеха и ведущих университетов в России и за рубежом, среди которых МФТИ, Университет Аальто, Институт Вейцмана.

Экспертная роль

Профессора Центра принимают участие в качестве экспертов по программам национального уровня в области науки и техники.

Проф. Владимир Антонов является членом Экспертного совета Росатома по квантовым технологиям, а также руководит



Центр инженерной физики ведет работу по направлениям плазмоники и нанофотоники, сверхпроводящих материалов и квантовых технологий. Передовые результаты, опубликованные проф. Астафьевым и проф. Антоновым с соавторами в журнале *Nature*, демонстрируют эффект когерентного квантового сдвига фазы переменного тока. Реализованы алгоритмы машинного обучения на квантовом процессоре с 8 сверхпроводящими кубитами. Кремниевые фотонные интегральные схемы спроектированы, изготовлены и продемонстрированы для промышленного применения.

Проф. Владимир Драчев, директор Центра

Региональным мегагрантом «Мультиодальная высокоточная диагностика в медицине и биологии на основе передовых методов интеллектуальной обработки сигналов и их генерации средствами интегрированной фотоники». Профессор Владимир Драчев является членом Мегагрантового комитета Республики Башкортостан.

Международная деятельность
В дополнение сотрудничества на уровне профессоров, международная деятельность реализовывалась и в рамках грантов. Профессор Олег

Астафьев руководил международным проектом (Россия-Китай), поддержанным РФ и Национальным научным фондом Китая, где российская сторона представлена Лабораторией сверхпроводящих квантовых технологий Сколтеха, а китайская включает такие ведущие университеты как Университет науки и технологий Китая, Университет Цинхуа, Хунаньский университет. Проект направлен на изучение физических основ новых перспективных подходов к квантовым системам на основе сверхпроводящих технологий.

Профессиональное сообщество, работа с широкой аудиторией

Центр активно поддерживает включенность в профессиональные мероприятия, а также продвижение бренда и программы для широкого сообщества. Ниже приведены некоторые примеры:

- Статья на тему эффекта AC CQPS (<https://www.skoltech.ru/2022/08/fiziki-reshili-odnu-iz-poslednih-fundamentalnyh-problem-sverhprovodimosti/>)
- Статья о 8-кубитном квантовом процессоре в Коммерсанте (<https://www.kommersant.ru/doc/5734154?ysclid=lcw6h6ops3550381360>)
- Выступление в качестве приглашенного докладчика на

школе (Проф. О.В.Астафьев). «Физика сверхпроводящих квантовых систем». 7-11 ноября 2022 г. Нелинейные волны-2022. Нижний Новгород, Россия.

- Драчев В.П., Плазмонно-оптические метаматериалы, Российско-китайский семинар по метаматериалам и нанофотонике (RCWMN 2022) 8-9 июня 2022 г.
- Организатор секции нанофотоники на Международном семинаре по волоконным лазерам 2022 (Проф. Драчев В.П.).
- Приглашенная лекция на Зимней школе для трех университетов (Сколтех, МФТИ, ИТМО) декабрь 2022. (Проф. Драчев В.П.).





Центр Кричевера

Центр перспективных исследований создан в 2016 году. Цель создания и деятельности Центра заключается в развитии признанной во всем мире советской и российской школы математики и теоретической физики, воспитании нового поколения ученых путем интеграции образования и исследовательской деятельности, в создании инновационной модели обучения, которая позволит включить ведущих российских и зарубежных ученых в образовательный процесс.

Исследования Центра сосредоточены главным образом в области геометрической теории представлений, теории струн, конформной и калибровочной теории поля, в интегрируемых моделях, комбинаторики и теории сингулярностей, симплектической геометрии, топологии, статистической физики, динамических систем, гиперболической геометрии. В 2022 году, в память о создателе и директоре Центра профессоре Игоре Кричевере, Центру присвоено имя И.М. Кричевера. Директор Центра – проф. Андрей Маршаков.



Перспективные
исследования

42

профессора
и исследователя

27

магистров
и аспирантов

9

выпускников
магистратуры
и аспирантуры

69

публикаций
в журналах
с высоким импакт-
фактором,
в том числе 53
публикации в базе
данных Скопус

6

публикаций
в журналах
Nature index

30

препринтов,
опубликованных
в arXiv



NS

eigen K

$$\mu = 0, \pm 1, \dots$$

$$\mu = \pm 1/2, \dots$$

L_n, G_n^+, G_n^-, J_n

$s]$

[Handwritten notes on a piece of paper held by the man]

Результаты исследований

Центр показывает высокие научные результаты, признанные на международном уровне. На Международном конгрессе математиков в 2022 году проф. Игорь Кричевер выступил в качестве пленарного докладчика, проф. Евгений Фейгин выступил в качестве приглашенного докладчика.

Проф. Игорь Кричевер и проф. Антон Забродин нашли интегралы движения для недавно введенной деформированной многочастичной системы Руйсенаарса – Шнайдера, которая описывает динамику полюсов эллиптических решений ограниченной решётки Тоды. Были построены алгебро-геометрические решения ограниченной решётки Тоды в терминах тета-функций Римана и Прима. Это самое последнее применение метода, описанного Игорем Кричевером в его выступлении на Международном конгрессе математиков 2022 года.

Krichever, A. Zabrodin, “Constrained Toda hierarchy and turning points of the Ruijsenaars-Schneider model”, *Lett Math Phys* 112, 23 (2022). doi.org/10.1007/s11005-022-01519-0

Проф. Финкельберг (совместно с Р. Травкиным и А. Браверманом) разработал “гиперболический расчет” извращенных пучков на сложном аффинном пространстве, гладких вдоль вещественной гиперплоскости. Они доказали известную гипотезу Люстига об эквивалентности различных конструкций S -ячеек в аффинных группах Вейля.

A. Braverman, M. Finkelberg, R. Travkin, “Orthosymplectic Satake equivalence”, *Comm. in Number Theory and Physics*, 16(2022) #4 695–732, doi.org/10.4310/CNTP.2022.v16.n4.a2
A. Braverman, M. Finkelberg, H. Nakajima, “Kazhdan-Lusztig conjecture via Zastava spaces”, *Journal fur die Reine und Angewandte Mathematik* 2022, v.787, 45-78 doi.org/10.1515/crelle-2022-0013

Проф. А. Гайфуллин построил первые примеры 27-вершинных триангуляций 16-мерных многообразий, таких как октонионная проективная плоскость. Вопрос о существовании такой триангуляции остается открытым более 30 лет.

A. Gaifullin, 634 vertex-transitive and more than 10^{103} non-vertex-transitive 27-vertex triangulations of manifolds like the octonionic projective plane, 2022, 37 pp., arXiv: 2207.08507.

Проф. Михаил Берштейн и проф. Андрей Маршаков (совместно с П. Гавриленко и М. Семенякиным) почти завершили исследование кластерной редукции интегрируемых систем Гончарова-Кеньона. Они построили все примеры q -разностных уравнений путем деавтономизации кластерных интегрируемых систем, заполнив пробел в более ранних работах М. Берштайна, П. Гавриленко и А. Маршакова.

Проф. Максим Казарян (совместно с П. Дуниным-Баркровским) исследовал топологическую рекурсию

и ее применение к перечислительным проблемам комбинаторики и математической физики. Они доказали топологическую рекурсию для расширенных обобщённых чисел Гурвица и симплектическую дуальность

для этой топологической рекурсии. B. Bychkov, P. Dunin-Barkowski, M. Kazarian, S. Shadrin, Symplectic duality for topological recursion, preprint (2022), <https://arxiv.org/abs/2206.14792>

Ключевые публикации

1. A. Artemev, "Note on large- p limit of $(2, 2p+1)$ minimal Liouville gravity and moduli space volumes" Nuclear Phys. B, v.981, 2022, 115876 doi.org/10.1016/j.nuclphysb.2022.115876
2. A. Alexandrov, A. Basalaev, A. Buryak, "A construction of open descendant potentials in all genera", International Mathematics Research Notices, 2022;, rnac240, doi.org/10.1093/imrn/rnac240
3. M. Bershtein, P. Gavrylenko, A. Grassi, "Quantum spectral problems and isomonodromic deformations", Commun. Math. Phys. 393, 347–418 (2022) doi.org/10.1007/s00220-022-04369-y
4. A. Braverman, M. Finkelberg, R. Travkin, "Orthosymplectic Satake equivalence", Comm. in Number Theory and Physics, 16(2022) #4 695–732, doi.org/10.4310/CNTP.2022.v16.n4.a2
5. A. Braverman, M. Finkelberg, H. Nakajima, "Kazhdan-Lusztig conjecture via Zastava spaces", Journal fur die Reine und Angewandte Mathematik 2022, v.787, 45-78 DOI 10.1515/crelle-2022-0013
6. E. Feigin, I. Makhlin, A. Popkovich, "Beyond the Sottile-Sturmfels degeneration of a semi-infinite Grassmannian" International Mathematics Research Notices, 2022; rnac116, doi.org/10.1093/imrn/rnac116
7. I. Krichever, A. Zabrodin, "Constrained Toda hierarchy and turning points of the Ruijsenaars-Schneider model", Lett Math Phys 112, 23 (2022). doi.org/10.1007/s11005-022-01519-0
8. I. Krichever, N. Nekrasov, "Novikov-Veselov symmetries of the two dimensional $O(N)$ sigma model", SIGMA 18 (2022), 006, doi.org/10.3842/SIGMA.2022.006
9. M. Alfimov, A. Litvinov, "On loop corrections to integrable 2D sigma model backgrounds", J. High Energ. Phys. 2022, 43 (2022). [https://doi.org/10.1007/JHEP01\(2022\)043](https://doi.org/10.1007/JHEP01(2022)043)

10. A. Bufetov, G. Olshanski, "A hierarchy of Palm measures for determinantal point processes with gamma kernels", *Studia Mathematica* 267 (2) (2022), 121-160, doi: 10.4064/sm210823-10-3
11. O. Ogievetsky, S. Shlosman, "Art of Unlocking", *Math Intelligencer* 44, 320–325 (2022). <https://doi.org/10.1007/s00283-022-10210-0>
12. S. Zakany, S. Smirnov, M. Milinkovitch, "Lizard Skin Patterns and the Ising Model" *Phys. Rev. Lett.* (2022) 128, 048102 doi:10.1103/PhysRevLett.128.048102

Подготовка лидеров

Профессора программы "Математическая и теоретическая физика" разработали ряд новых курсов, в том числе "Универсальные обертывающие алгебры и янгианы (проф. Г. Ольшанский), Критические точки функций / проф. Максим Казарян, Системы Хитчина и комплексная геометрия / проф. Алексей Рослый, Когомология групп и классифицирующие пространства / проф. Александр Гайфуллин, Введение в кластерные алгебры и многообразия / проф. Михаил Берштейн.

Студенты Центра продемонстрировали высокий уровень публикаций, среди них:

1. A. Artemev, "Note on large- p limit of $(2, 2p+1)$ minimal Liouville gravity and moduli space volumes" *Nuclear Phys. B*, v.981, 2022, 115876 doi.org/10.1016/j.nuclphysb.2022.115876
2. A. Artemev, A. Belavin, "Five-point correlation numbers in minimal Liouville gravity and matrix models" *Nucl.Physics B*, V.985, 2022, 116019, doi.org/10.1016/j.nuclphysb.2022.116019
3. Belavin, B. Eremin, "Multiple mirrors and the JKLMR conjecture", *Theor Math Phys* 213, 1441–1452 (2022). doi.org/10.1134/S0040577922100105
4. I. Kochergin, "On Calabi-Yau manifolds in weighted projective spaces and their mirror GLSMs", *Phys. Rev. D* 105, 066008, doi.org/10.1103/PhysRevD.105.066008
5. A. Gorsky, M. Vasilyev, A. Zotov, "Dualities in quantum integrable many-body systems and integrable probabilities. Part I. J. High Energ. Phys. 2022, 159 (2022). doi.org/10.1007/JHEP04(2022)159
6. M. Bershtein, A. Grigorev, A. Shchekkin, "Hamiltonian reductions in Matrix Painlevé systems" arXiv: 2208.04824
7. P. Nikitin, N. Safonkin, "Semifinite harmonic functions on the direct product of graded graphs", arXiv: 2209.05901

8. G. Shuklin, "A Voevodsky motive associated to a log scheme" arXiv: 2209.03720
9. I. Spiridonov, "The top homology group of the genus 3 Torelli group", arXiv: 2208.10326

Выпускники магистратуры продолжили обучение в аспирантуре престижных университетов, включая Принстонский университет и Массачусетский технологический институт. Некоторые выпускники аспирантуры остались в Центре в качестве постдоков.

Международная деятельность

Результаты исследований Центра представлены на многочисленных ведущих конференциях:

1. МКМ2022 – И. Кричевер – пленарный доклад «Алгебро-геометрические методы в теории интегрируемых систем и задачи типа Римана – Шоттки»
2. МКМ2022 / Секция «Теория Ли и обобщения» – Е.Фейгин – «ПБВ вырождения, колчаные грассманианы и торические многообразия»
3. А. Маршаков – «Кластерные интегрируемые системы и суперсимметричные калибровочные теории» доклад на платформе Зум zoom talk: семинар Центра геометрии и физики, Институт фундаментальных наук, Корея, март 2022.
4. А. Маршаков – приглашенный докладчик: Кластерная редукция и уравнения Пенлеве, квантовая интегрируемость и геометрия Математический институт им. В.А. Стеклова, июнь 2022
5. А. Маршаков – приглашенный докладчик: Мутации, кластерная редукция и уравнения Пенлеве, конференция XII – Workshop on Geometric Correspondences of Gauge Theories – 22, SISSA, Триест, июнь 2022
6. А. Маршаков – приглашенный докладчик: Суперсимметричные калибровочные теории, колчаны и уравнения Пенлеве, Новые математические методы в решаемых моделях и дуальность струн и калибровочных теорий, Варна, август 2022
7. С.Ландо – приглашенный докладчик: Симметрические группы и перечисление мероморфных функций, Международная конференция Алгебраические группы, их друзья и родственники, 18-23 сентября, 2022 Санкт-Петербургское отделение Математического института им. В.А. Стеклова, Санкт-Петербург
8. С.Ландо – приглашенный докладчик: Весовые системы, связанные с алгебрами Ли, Международная конференция Неопределенность и случайные структуры: анализ сигналов,

- теория представлений и приложения Санкт-Петербург, 12-16 декабря, 2022.
9. С.Ландо – приглашенный докладчик: Весовые системы, связанные с алгебрами Ли, Международная конференция Вторая российско-китайская конференция по топологии и комбинаторике Институт математических и прикладных наук Yanqi Lake Beijing (BIMSA), платформа Зум, 22-25 декабря, 2022
 10. М. Берштейн – Семинар по геометрическому соответствию калибровочных теорий, Триест 4-7 июля 2022, доклад “Локальные системы, редукции и колчаны”
 11. М. Берштейн – Супермодули и суперструны, Триест 27-30 июня 2022 доклад “Фолдинг уравнений Пенлеве”
 12. М. Берштейн – Вертексные алгебры и геометрия Пуассона, платформа Зум / Женева 20-25 февраля 2022 г. доклад “Твистованный модуль Фока тороидальной алгебры через ДАНА и вертексные операторы
 13. М. Берштейн – выступление на семинаре GTM в Физико-математическом институте имени Кавли, Касива, 8 ноября 2022 «Векторы наибольшего веса в косет-конструкциях»
 14. М. Берштейн – Доклад на семинаре по алгебре в Университете Тохоку, Сендай/ Зум 11 ноября 2022 Кластерные алгебры, q-уравнения Пенлеве и квантование
 15. М. Казарян – Седьмая зимняя школа-конференция Теория струн, интегрируемые модели и теория представлений” 17-22 января 2022 года, мини-курс «Числа Гурвица и интегрируемость»
 16. М. Казарян – приглашенный докладчик: Симплектическая дуальность для топологической рекурсии Международная конференция “Квантовая интегрируемость и геометрия”, Москва, Институт Стеклова, 01-04 июня 2022
 17. М. Казарян – пленарный докладчик на конференции “Эргодическая теория и смежные темы”, МИАН. 21 ноября 2022 г, “Бесконечные инвариантные меры для бесконечномерных групп над конечными полями”
 18. С. Шлосман – Приглашенный докладчик на конференции Неоднородные случайные системы, Январь 25-26, 2022, ИНР, Париж (Не)Гауссовы флуктуации с экспонентой $N^{\neq(1/2)}$.
 19. С. Шлосман – приглашенный докладчик на конференции “Случайность, интегрируемость и универсальность”, Институт теоретической физики Галилео Галилея: Как увидеть флуктуации КПЗ (и Трейси-Уидома) в модели Изинга
 20. С. Шлосман – приглашенный докладчик на конференции

“Весенний день в теории вероятности и статистической механике”, пятница 5 мая,

кафедра математики., Флоренция: Случайные поверхности в статистической механике

Профессиональное сообщество, работа с широкой аудиторией

Работа с профессиональным сообществом и широкой аудиторией проводилась в рамках летних школ и лекций для одаренных детей: Летняя школа “Современная математика”, 19-30 июля 2022, Дубна (проф. Александра Скрипченко, проф. Александр Гайфлин, проф. Михаил Бернштейн), лекции для лица «Вторая

школа», Международная летняя школа по математической физике, Седьмая зимняя школа-конференция Теория струн, интегрируемые модели и теория представлений”, курсы 7STIMaRT, AnAnnLecture «Современная математическая физика» (для пешеходов... велосипедистов и водителей).





«Мне хотелось, чтобы в Центре собралась замечательная команда математиков и физиков мирового уровня, потому что только в этом случае он сможет привлечь ту молодежь, из которой могут вырасти будущие звезды»

1 декабря 2022 года ушел из жизни наш друг и коллега, основатель и директор Центра перспективных исследований Сколтеха профессор Игорь Кричевер. 26 декабря Центру было присвоено его имя. В память об Игоре Моисеевиче публикуем выдержки из интервью в книгу «Математические прогулки»*.

Очень небольшое количество людей могут сочинять музыку, а наслаждаться музыкой могут почти все. И я читал в одной книге, что надо нести математику в массы, потому что это красиво. Это действительно красиво, и этой красотой можно наслаждаться. Школьники, которые начинают заниматься всякими олимпиадными задачками, а не рутинными, очень быстро сталкиваются с понятием

«какое красивое решение». Что такое красивое решение? Это некое изящество, возникшее из ничего.

Математика учит мыслить. Учит критически воспринимать любое высказывание, анализировать, из чего оно состоит, как было получено и что из него следует. Математика как наука, развивающая мышление, на мой взгляд, нужна всем.

Математика учит ничего не принимать на веру: речь идёт о способе мышления, основанном на доказательствах. Это похоже на хорошие очки: хотите видеть мир чётче, чтобы картинка не расплывалась, – учите математику.

В моем представлении залог успеха развития какой-нибудь области как раз в том, насколько она может взаимодействовать со своим окружением, с другими науками. Меня с ранней молодости занимала одна загадка. Я понимал, что, с одной стороны, математика развивается, следуя своим глубоко внутренним законам. Тем не менее в какой-то момент она помогает решать задачи, которые в этот же период времени параллельно возникают в физике. Я много раз это видел. Это утверждает меня в мысли, что глубоко в нашем мозгу на каком-то уровне уже зашит весь внешний мир и мы просто пытаемся его понять с помощью разных методов.

Где-то внутри меня есть вера во внутреннюю красоту и гармонию мира. И я часто с упорством, достойным

лучшего применения, пытался что-то доказать. Казалось, что в той или иной задаче, которой я занимался, не хватает какого-то кусочка, как не хватает части на картине или на мозаике. Потому что так правильно и красиво. Я не знаю, можно это назвать интуицией или логикой. Наверное, это вера в то, что, как я уже говорил раньше, в нашем мозгу непонятно каким образом уже записан весь мир.

Спустя несколько лет – пять, десять или пятнадцать – в Сколтехе в конце концов появится бакалавриат. Случится ли так, что он перетянет к себе всех талантливых выпускников школ и это уменьшит количество поступающих в МФТИ, МГУ и другие места? Наличие конкуренции – это всегда хорошо, и борьба за студентов – это всегда нормально. В Бостоне рядом сосуществуют MIT и Гарвард, в Нью-Йорке есть Колумбийский университет, есть NYU со своим знаменитым Курантовским институтом, а не очень далеко – Принстон. Ну и что? Все они, университеты мирового уровня, прекрасно вместе сосуществуют и не жалуются на нехватку студентов. Скорее, это задача для общества – сделать так, чтобы школьников было больше.

Мне хотелось, чтобы в Центре перспективных исследований Сколтеха собралась замечательная команда математиков и физиков мирового уровня, потому что только в этом случае он сможет привлечь ту молодежь, из которой могут вырасти будущие звезды.

* выход нового издания Сколтеха «Математические прогулки+» в декабре 2022 года не состоялся бы без участия И. М. Кричевера; он был бессменным научным руководителем и вдохновителем этого медиапроекта.

Образование: магистратура, аспирантура, ДПО

Обучение в магистратуре и аспирантуре

Портфолио программ организовано по приоритетным направлениям Сколтеха и ключевым специализациям центров. Структура и содержание программ определяются на основе глубоких знаний профессоров, трендов развития науки и технологий,

запроса высокотехнологичных компаний и общества в целом. Сколтех готовит специалистов с глубокими дисциплинарными знаниями и ключевыми компетенциями для работы в инновационном секторе экономики.



Искусственный интеллект и телекоммуникации

Науки о данных (MSc)

Интернет вещей и технологии беспроводной связи (MSc)

Современные вычислительные методы (MSc)

Вычислительные системы и анализ данных в науке и технике (PhD)



Энергоэффективность и энергопереход

Энергетические системы (MSc)



Науки о жизни, агротехнологии

Науки о жизни (MSc, PhD)



Фотоника и квантовые технологии

Фотоника и квантовые материалы (MSc)

Физика (PhD)



Современные материалы и инженерия

Инженерные системы (MSc, PhD)

Нефтегазовое дело (MSc, PhD)

Материаловедение (MSc)

Передовые производственные технологии (MSc)

Космические и инженерные системы (MSc)

Науки о материалах (PhD)



Перспективные исследования

Математическая и теоретическая физика (MSc)

Математика и механика (PhD)



В 2022 году развитие программ осуществлялось за счет новых курсов. В частности, каталог из более чем 200 курсов был дополнен 27 учебными элементами.

С учетом новых федеральных стандартов, предусматривающих усиление научной компоненты, были актуализированы учебные планы в аспирантуре, а также Положение об образовательных программах PhD и «Справочник аспиранта». Важной вехой стало принятие закона, наделяющего Сколтех

правом самостоятельного присуждения ученых степеней, обладатели которых получают права, равные с обладателями степеней, присужденных в рамках государственной системы научной аттестации. Более того, обладателям степеней, присужденных до вступления в силу нового закона, предоставлены те же права, что и обладателям ученой степени кандидата наук, присужденной в рамках государственной системы научной аттестации.

Мастерская инноваций

Мастерская инноваций – это четырехнедельное погружение магистров первого года обучения в предпринимательскую среду Сколтеха через работу в командах и участие в различных проектах. Участниками «Мастерской» стали 340 студентов Сколтеха и 16 приглашенных студентов,

профессора Сколтеха и 20 менторов из России, Израиля, Швейцарии, Турции, Канады и Армении. По итогам курса отдельные проекты начали подготовку к регистрации юридических лиц, несколько стартапов подготовили заявки на получение статуса резидента в Сколково.

Программа индустриального погружения

Благодаря широкой партнерской сети Сколтеха с высокотехнологичными компаниями, студенты приобретают уникальный опыт реализации прикладных проектов на базе компаний. Программа индустриального погружения встроена в учебный план магистратуры и проходит в летний период.

В 2022 году студенты успешно выполнили порядка 200 проектов в 105 компаниях от Санкт-Петербурга, Перми, Томска и Новосибирска до Краснодара,

Самары, Грозного и Южно-Сахалинска. Среди компаний – промышленные холдинги, средние и малые предприятия, технологические стартапы, в основном, резиденты Сколково. Второй год подряд наблюдается рост интереса студентов к стажировкам в стартапах: 42% компаний программы индустриального погружения в 2022 году являются резидентами «Сколково», включая стартапы Сколтеха (16%).

Программа индустриального погружения – это и возможность



развивать проект, начатый в компании, в рамках диплома, а также последующее трудоустройство. Среди примеров компаний совместной коллаборации

в рамках диплома и/или трудоустройства – Samsung, Сбер и Институт ИИ Сбера, Boston Gene, КАМАЗ, Наносемантика, Picklema, Huawei, Газпром, Hait.

Академическая мобильность

Программа мобильности студентов обогащает академический опыт через возможности стажировок в научных группах ведущих университетов или исследовательских центров. Впервые после двух лет пандемии программа реализовывалась без ограничений. География поездок студентов включала Берлинский университет имени Гумбольдта,

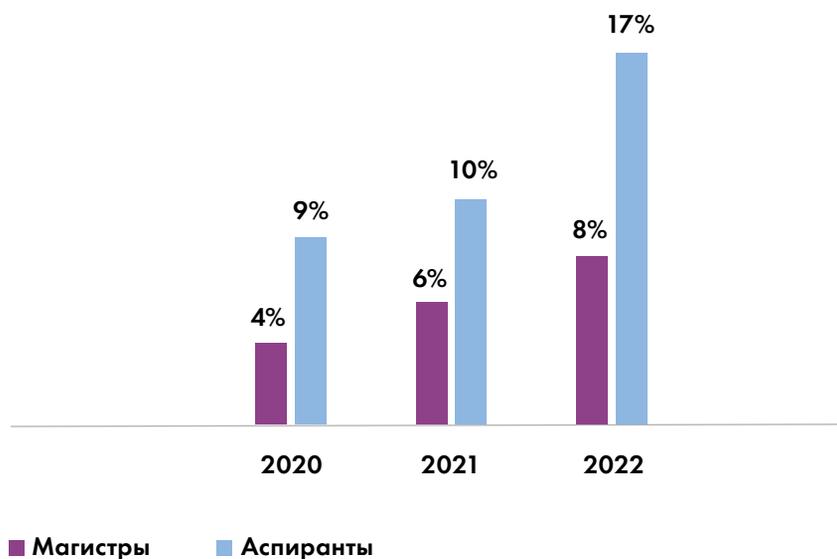
Массачусетский технологический институт, Швейцарскую высшую техническую школу Цюриха, Левенский католический университет, Университет Шарджи, Рейнско-Вестфальский технический университет Аахена, Университет Бен-Гуриона. Также в рамках мобильности студенты посещали научно-технологические конференции.



Издание закона стало своего рода проверкой для Правового департамента. В рамках процедуры была подготовлена и подана заявка на наделение Сколтеха правом присуждать собственные ученые степени, обладатели которых будут иметь те же академические и (или) профессиональные права, что и обладатели степеней, присужденных в рамках государственной системы научной аттестации. Работа по данному направлению резко активизировалась с предоставлением Правительством мер поддержки организаций под санкциями. Нам было крайне важно быстро подготовить и предоставить полный пакет документов для обоснования статуса Сколтеха – и с этой задачей мы успешно справились.

**Наталья Шепелева, руководитель Правового департамента,
Дмитрий Голованов, руководитель направления правового обеспечения образовательной деятельности**

Участники программы академической мобильности



Долгосрочные поездки





Факультатив ISP

Факультатив ISP (от англ. «Independent Studies Period») дает студентам разнообразные возможности изучения новых направлений, не всегда тесно связанных с учебными планами. Традиционно широкая программа включала лекции и семинары профессоров, исследователей, приглашенных экспертов, а также лекции студентов, которые стали победителями конкурса на лучший курс ISP и представили собственные курсы.

Среди примеров – «Литература XX века: модернизм и реализм» (проф. Максим Жук, ДВФУ), «Критическое мышление и дизайн эксперимента» (Ирина Мухина, основатель и президент компании iECARUS), «Введение в модель ООН: дипломатия и международные отношения» (Елена Киселева, Департамент по работе со студентами, и Аяюш Чандра Джа, студент магистратуры), «Стратегии в шахматах» (Константин Заманский, аспирант).

Защиты в магистратуре

В 2022 году 256 студентов защитили диссертации перед 22 государственными экзаменационными

комиссиями, в состав которых вошли 118 экспертов. Представители компаний составили порядка 20%.

| Программа магистратуры | Численность выпуска |
|---------------------------------------|---------------------|
| Науки о данных | 75 |
| Науки о жизни | 34 |
| Современные вычислительные методы | 30 |
| Космические и инженерные системы | 23 |
| Нефтегазовое дело | 21 |
| Материаловедение | 19 |
| Фотоника и квантовые материалы | 19 |
| Передовые производственные технологии | 13 |
| Энергетические системы | 13 |
| Математическая и теоретическая физика | 9 |
| ОБЩЕЕ ЧИСЛО | 256 |



Лучшие диссертации:

| Студент | Название диссертации | Научный руководитель |
|------------------------|---|-------------------------------|
| Елизавета Гладченко | Применение моделей CR-типа для оптимизации схемы расположения скважин и снижения рисков бурения | Проф. Дмитрий Коротеев |
| Валентина Кравцова | Влияние вторичной переработки на механические свойства пултрузионных термопластичных композитов | Проф. Александр Сафонов |
| Наргиза Тобоева | Рекомендации по проектированию активного фильтра электромагнитных помех для трёхфазных инверторов | Проф. Федерико Мартин Ибаниес |
| Ирина Скворцова | Катодные материалы на основе никель-обогащенных слоистых оксидов для литий-ионных аккумуляторов: синтез методами "мягкой" химии и модифицирование | Проф. Артем Абакумов |
| Асель Ермакова | Методы машинного обучения в физике лазерно-плазменных ускорителей | Проф. Сергей Рыкованов |
| Андрей-Тимотей Арделян | Улучшение методов 3D компьютерного зрения с использованием карт глубины | Проф. Евгений Бурнаев |
| Петр Мокров | Градиентные потоки Вассерштайна: методы моделирования и применение в приложениях | Проф. Евгений Бурнаев |
| Гайс Мкавасс | Предсказание аффинности связывания рецептор-лиганд с использованием графовых нейронных сетей | Проф. Кристоф Борхерс |
| Симона Нитти | Прогнозирование геомагнитных бурь на основе корональных дыр на Солнце | Проф. Татьяна Подладчикова |
| Александр Артемов | Пятиточечные корреляционные числа в двумерной квантовой гравитации | Проф. Павло Гавриленко |
| Николай Кишмар | Влияние процессов резонансного рассеяния на джозефсоновский ток через изолятор Андерсона | Проф. Константин Тихонов |
| Дмитрий Калашников | Резонансная спектроскопия динамики вихрей сверхпроводящих токов в джозефсоновских планарных контактах | Проф. Антон Андреев |
| Михаил Скутель | Механизмы обеспечения антирестрикции системой Dag бактериофага P1 | Проф. Константин Северинов |
| Дмитрий Федоров | Геномные адаптации у комара <i>Dasyhelea calycata</i> (Diptera: Ceratopogonidae) | Проф. Георгий Базыкин |



В целях совершенствования подготовки диссертаций и проведения защит была собрана обратная связь от студентов и научных руководителей, на основе которой выработан план мероприятий. Подготовка и защита диссертаций регулировались рядом новых правил и процедур, которые касались

оформления диссертаций и критериев оценивания. Также студентам были доступны материалы по вопросам академической честности и подготовки публикаций. В целях повышения качества текстов были организованы дополнительные занятия по академическому английскому языку.

Защиты в аспирантуре

Впервые в истории Сколтеха выпуск в аспирантуре за год превысил 100 студентов.

В условиях международных ограничений удалось выполнить высокие требования по защитам, в частности, обеспечить участие ведущих зарубежных ученых в

диссертационных советах. 39 защит прошли в гибридном режиме с онлайн участием внешних членов и оффлайн присутствием не менее трети составов советов. В рамках совместных программ прошли две защиты – с Университетом Кертена и Университетом Гренобль Альпы.



Итоги всех защит с 2017 года представлены ниже:

| Программа аспирантуры | Общее число защит | Степень PhD Сколтеха | Внешние защиты | Организация | Совместные защиты | Партнер |
|--|-------------------|----------------------|----------------|-----------------|-------------------|----------------------------------|
| Науки о жизни | 46 | 38 | 8 | МГУ, ВШЭ, РАН | 2 | Парижский университет (Сорбонна) |
| Вычислительные системы и анализ данных в науке и технике | 28 | 22 | 6 | РАН, МФТИ | | |
| Инженерные системы | 26 | 25 | 1 | ВШЭ | 1 | Университет Гренобль Альпы |
| Науки о материалах | 26 | 21 | 5 | РАН, МФТИ, ИТМО | | |
| Физика | 23 | 16 | 7 | РАН, ВШЭ, МФТИ | 3 | Университет Аалто |
| Нефтегазовое дело | 18 | 17 | 1 | МГУ | 2 | Университет Кертена |
| Математика и механика (Математика) | 12 | 5 | 7 | ВШЭ, РАН | 3 | ВШЭ |
| Математика и механика (Механика) | 4 | 4 | | | | |
| Общее число защит | 183 | 148 | 35 | | 11 | |

Преподавательская деятельность

Формирование команды профессоров, студентов и администрации для активного обмена опытом, практиками, разработке инновационных подходов

в преподавании и обучении – приоритет работы Центра развития образования. В 2022 году в рамках программы педагогического мастерства,



которую реализует Центр, прошел курс по поддержке и оценке обучения студентов (проф. Магнус Густафссон), курсы для ассистентов преподавателей, круглый стол по вопросам качества научного руководства. Также проводились регулярные индивидуальные консультации.

В целях повышения мотивации профессором к внедрению новых подходов состоялся конкурс

«Инновации в образовании».

Проф. Екатерина Храмеева (курс «Вычислительная биология старения»), проф. Альберт Насибулин и проф. Дмитрий Кулиш (курс «Наноматериалы для предпринимательства и инноваций») получили внутренние гранты.

Награда «Профессор года» традиционно вручалась на церемонии выпускного вечера.



Проф. Альберт Насибулин

Высокое качество преподавания



Проф. Алексей Николаев

Лучший наставник



Проф. Максим Панов

Лучший научный руководитель



Проф. Дмитрий Тетерюков

Лучший наставник по карьерному развитию



Проф. Давид Позо

Лучший ментор



Проф. Иван Оселедец

Лучший профессор



Проф. Елизавета Тихомирова

Лучший новый курс в гибридном формате



Это первый курс в области вычислительных методов в биологии старения, которые оказали значительное влияние на развитие области за последние годы. В рамках курса студенты погружаются в контекст научной проблемы, рассматривая ее под разными углами и используя статистические модели, машинное обучение, динамические модели. Курс – своего рода «мост», связывающий молекулярную биологию, биоинформатику и машинное обучение. Таким образом, он подходит для биологов с базовыми навыками программирования, а также специалистов по обработке данных, имеющих базовые знания в биологии. Разработка подобных курсов необходима для поддержания высокого уровня образовательной деятельности Сколтеха в условиях быстрого развития современной науки и технологий.

Проф. Екатерина Храмеева, Центр молекулярной и клеточной биологии

Библиотечные ресурсы

Отчетный год стал сложным, прежде всего, ввиду ограниченного доступа ко многим ресурсам. В ответ на внешние вызовы были предприняты меры, в частности, перенос библиотечной системы на локальные серверы.

Одновременно проводились другие мероприятия: Сколтех и МШУ «Сколково» объединили коллекции печатных изданий по бизнес-тематикам, также состоялся пилотный онлайн-курс «Цифровая грамотность».

| Базы данных | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 |
|--|---------|---------|---------|---------|---------|
| Коллекции печатных изданий | 930 | 1 100 | 1 248 | 2700 | 5967 |
| Электронные книги Сколтеха | 370 | 420 | 435 | 469 | 497 |
| Скачивание полных текстов из баз данных электронной библиотеки | 110 000 | 214 000 | 206 000 | 191 000 | 204 000 |



Мой основной принцип в преподавании – это «Учиться на практике». Древняя китайская пословица гласит: «Я читаю – я забываю, я вижу – я запоминаю, я делаю – я понимаю». Человек может забыть факты, но он никогда не забудет то, что осознал. В детстве мы все научились говорить, ходить, кататься на велосипеде и много чему другому. Когда мы хотим научиться рисовать, танцевать, петь или плавать, мы идем к преподавателю, который обучает нас это правильно делать на практике, а не слушать лекции и читать учебники. Учиться на практике важно, ведь когда мы что-то делаем, мы ошибаемся, а ошибка – часть обучения. Когда мы ошибаемся, мы анализируем ситуацию, а значит, ошибки приводят к более глубокому изучению. Именно поэтому говорят, что «ошибка – это ступень к успеху».

Проф. Альберт Насибулин, Центр фотоники и фотонных технологий



Дополнительное профессиональное образование

Результатом пересмотра стратегии выхода на рынок ДПО и позиционирования образовательного продукта стал высокий спрос на программы Сколтеха. В общей сложности организованы 26 программ, в которых приняли участие более 600 специалистов. Выдано 522 диплома государственного образца. Сумма средств по договорам ДПО стала рекордной за всю историю Сколтеха – 130 млн. рублей.

Портфолио программ ДПО отличается разнообразием: программы для управленческих кадров и молодых специалистов, разной длительности и для разного числа участников. Тематики программ включают перспективные материалы, агротехнологии, аддитивное производство, 5G и интернет вещей, добычу углеводородов, нейротехнологии, технологический менеджмент. Среди наиболее значимых примеров года:

- **Программа «Технологический менеджмент»** для победителей первого Всероссийского конкурса «Лидеры энергетики». Порядка 100 участников из числа высшего инженерного состава ведущих компаний совместно с исследователями Сколтеха разработали проекты, которые были представлены Главному инженеру компании ПАО «Россети».
- **Мероприятие по решению технологических кейсов «Инженерный квест»** для

молодых инженеров, победителей внутреннего отраслевого конкурса «Евраз». Итогом квеста стали решения прикладных задач, разработанные участниками и исследователями Сколтеха. Среди направлений – предиктивная аналитика и оптимизация режимов работы оборудования прокатного стана, создание и внедрение цифрового двойника механизированной крепи, повышение энергоэффективности предприятия, моделирование включения ВИЭ в цикл потребления с целью снижения углеродного следа. Решения были представлены вице-президенту по технологическому развитию компании «Евраз».

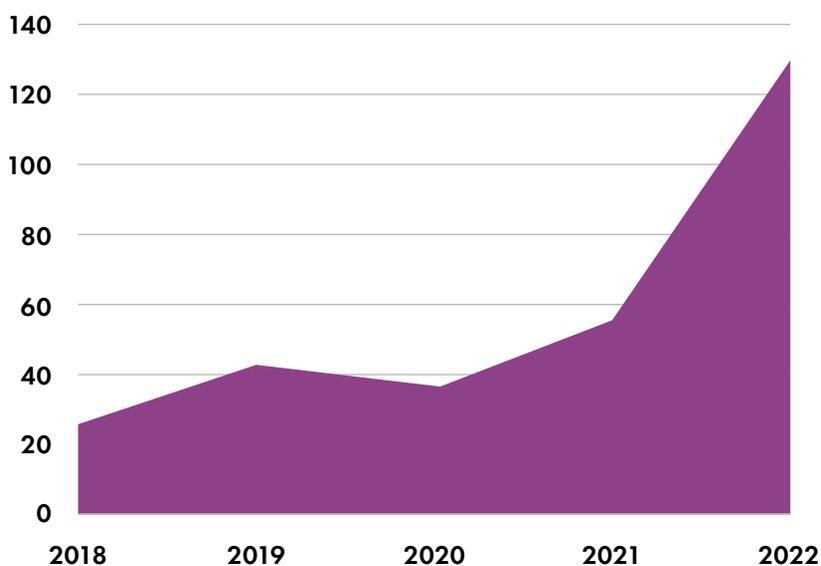
- **Программа «Фундаментальные основы технологии производства электродных материалов»** для высшего инженерного состава «Норникель» прошла на базе Лаборатории синтеза катодных материалов. Тематика включала синтезирование новых материалов в малом реакторе, сбор ячеек формата Coin Cell и проведение электрохимического тестирования.
- **Программа «Цифровое моделирование новых термоэлектрических материалов»** для компании «Термоинтех». Обучение касалось моделирования структур термоэлектриков и поиска оптимальных значений составов термоэлектрических материалов.

Существенным фактором в реализации программ является

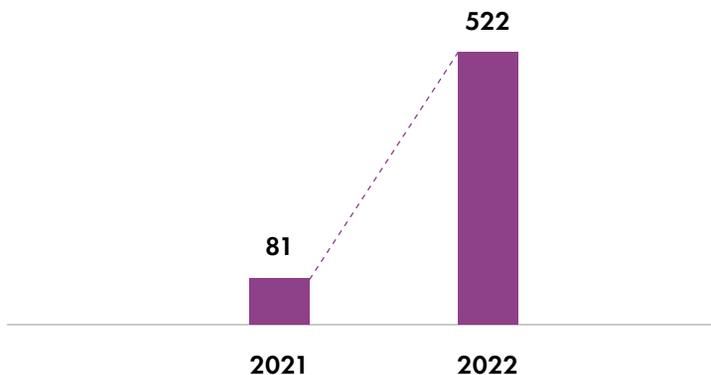
тесная интеграция Сколтеха в международное сообщество, что высоко ценится клиентами. Экспертиза приглашенных специалистов расширяет контекст

понимания глобальных трендов и международного опыта. С учетом сложностей 2022 года для участия в программах приглашались эксперты из Китая и Индии.

Объем средств по контрактам ДПО (млн. рублей)



Выданные дипломы государственного образца



Предиктивная аналитика и
оптимизация режимов работ
оборудования прокатных стан

Команда № 2



EBPAЭ Skoltech EBPAЭ Skoltech EBPAЭ Skoltech EBPAЭ

Skoltech

EBPAЭ

Skoltech

23–25 марта 2022

Skoltech

EBPAЭ

Skoltech

EBPAЭ

Инженерный
вест

EBPAЭ





Сколтех стал надежным партнером технологичных компаний по развитию компетенций, необходимых для наукоемких секторов и внедрения технологических решений. Мы создаем особенный образовательный продукт в сфере дополнительного профессионального образования. Наш продукт позволяет получать передовые знания и международные практики, формировать высококонкурентный человеческий капитал, налаживать эффективное сотрудничество между университетами и компаниями.

Алена Норко, руководитель направления программ ДПО

Развитие стартап- среды

Центр предпринимательства и инноваций (ЦПИ) реализует комплекс мероприятий по развитию предпринимательской среды, включающий образовательный блок, программу трансляционных исследований, деятельность

по выявлению патентоспособных результатов и их продвижение на рынок, менторскую поддержку профессоров, исследователей и студентов по созданию и развитию стартапов.

Образование в области предпринимательства и инноваций

«Воронка стартапов» – ключевой элемент образовательной программы. В 2022 году более 350 студентов прошли цепочку «От идеи до стартапа», приняв

участие в многочисленных командных проектах, в результате чего появилось более 60 проектов и более 15 заявок на статус резидента в Сколково.

Мастерская инноваций

Мастерская стартапов

Семинар для основателей стартапов

Технологическое предпринимательство

Курс погружения в предпринимательскую среду в команде профессоров и менторов

Акселерация команд, сформированных в «Мастерской инноваций» и иных аналогичных курсах

Практический курс по внедрению технологических решений в инновационные продукты и стартапы

Семинар по развитию технологического предпринимательства и доведению стартапов до готовности к получению конкурсного финансирования

В 2022 году разработаны новые курсы, среди которых «Запуск стартапов на базе наукоемких и цифровых технологий», «Лаборатория стартапов»,

«Семинар по технологическому предпринимательству», «Технологические инновации: от результатов исследований к коммерческому продукту».

Стартапы

Общее число стартапов Сколтеха в экосистеме Сколково и за ее пределами достигло порядка 150 компаний. Среди новых компаний в Сколково – «АНРИА РЕСЕРЧ» (очки дополненной реальности для роботизации трудоемких сборочных процессов и создания программных инструментов для сбора данных), «УМНЯШ» (программно-аппаратный комплекс на основе ИИ для оценки готовности детей к начальной школе), «НЕЙТРОНАИ ЛАБС» (ранняя диагностика заболеваний растений в теплицах с помощью программно-аппаратного комплекса с использованием

технологий ИИ), «ЭКО ЭНЕРДЖИ» (автоматизированный контейнер для переработки органических отходов).

В рамках студенческой программы Triple Point открыто направление «Энергетика+» при поддержке Газпром нефти и Энерготехнохаба Петербург. Эксперты высокотехнологичных компаний рассмотрели заявки 10 финалистов, выбрав лучшие проекты. В финале конкурса приняли участие студенты МФТИ, ИТМО, РНИМУ им. Н.И. Пирогова, Миланского политехнического университета, Сколтеха.



Трансляционные исследования

Результатами проектов программы трансляционных исследований стали патентные заявки и новые стартапы. Одновременно прошел конкурс «новой волны», в результате которого

утверждены 10 проектов к старту в 2023 году.

В таблице приводятся примеры текущих проектов.

| Руководитель проекта | Название проекта | Суть проекта |
|------------------------|---|--|
| Проф. Евгений Николаев | Портативный масс-спектрометр для идентификации бактерий и вирусов | Разработка воспроизводимого универсального масс-спектрометра на базе масс-анализатора нового типа – многоэлектродной ловушки Кингдона и источника ионов на основе ионизации электронным ударом |
| Проф. Евгений Бурнаев | EpiDetect | Прототип рекомендательной системы, которую можно использовать на всех этапах МРТ-исследования эпилепсии |
| Проф. Филипп Хайтович | Система реабилитации обоняния | Включение интерфейса мозг-компьютер (BCI) в систему обонятельной диагностики и обучения, разработанной для клинического и домашнего использования |
| Проф. Дмитрий Юдин | Нейроморфная событийная камера для вибродиагностики и наблюдения | Разработка системы и способа бесконтактного измерения параметров вибрации поверхности объектов на базе нейроморфной камеры. Решение может быть использовано в системах машинного зрения для оценки технического состояния оборудования, механизмов, строительных конструкций и производственных объектов, а также для решения широкого круга задач, связанных с выполнением вибродиагностики оптическим способом |
| Проф. Игорь Шишковский | 3D-печать сверхэластичных интерметаллических нитиноловых деталей для эндодонтических инструментов | Технологии для 3D печати самоадаптирующихся файлов, использующихся в эндодонтии для чистки зубных каналов |



Развитие бизнес-возможностей

Коммерциализация результатов исследований осуществляется через развитие бизнес-возможностей, что включает подготовку бизнес-кейсов, консалтинг, привлечение инвестиций, развитие партнерств.

В условиях санкций и снижения инвестиционной активности основные мероприятия касались работы с органами государственной власти, государственными компаниями и корпорациями, индивидуальными инвесторами. Ряд стартапов Сколтеха был включен в Московский инновационный кластер и ОЭЗ «Технополис Москва». Началось сотрудничество с Министерством высокотехнологической промышленности Республики Армения, Фондом Билимкана (Кыргызская Республика), Северо-Осетинским государственным университетом.

Проведены переговоры с крупными компаниями, включая Норникель, ПИК и Самолет (проект использования вододисперсионной краски с защитными свойствами), Ростелеком и Electronic Mushroom (разработка и продвижение платформы для оценки поведения игроков в компьютерных играх). Налажено сотрудничество с российскими университетами для обмена опытом и проведения совместных мероприятий (МГИМО, Финансовая академия).

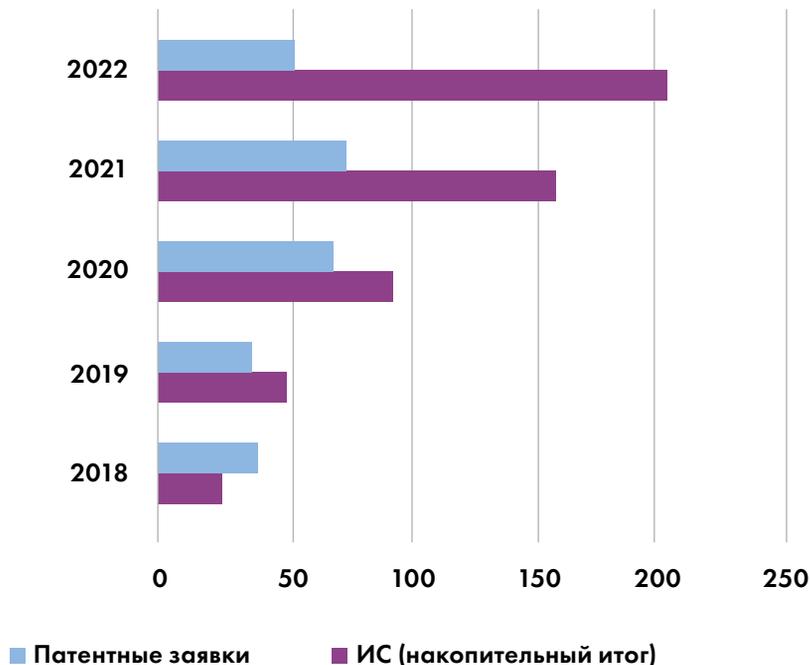
На конец 2022 года стартапы Сколтеха привлекли более 260 млн. рублей как от государственных, так и негосударственных фондов, включая Фонд содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере, Фонд «Новая индустрия», Фонд «Сколково», гранты Правительства Москвы.

Управление интеллектуальной собственностью

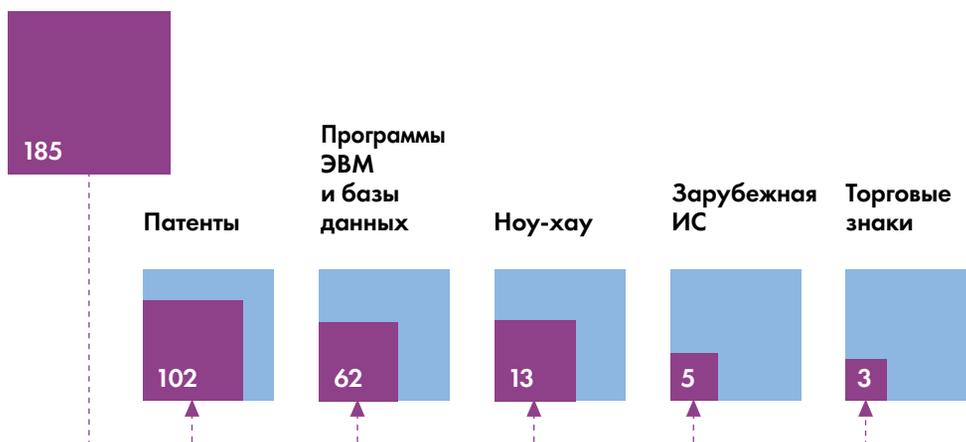
Санкционные ограничения повлияли на планы патентования за рубежом и договоры лицензирования: были введены ограничения на патентные заявки, расторгнуты некоторые контракты с организациями в США и Европе. Вместе с тем подписано 9

лицензионных соглашений на общую сумму 21,6 млн. рублей по направлениям ИИ в нефтегазовой, медицинской и телекоммуникационной областях. Половина соглашений заключена со стартапами Сколтеха.

Интеллектуальная собственность



Портфолио интеллектуальной собственности



Актуализировано Положение о защите, управлении и коммерциализации интеллектуальной собственности в части норм, регулирующих раскрытие конфликта интересов, концепцию

приоритетного права для поощрения авторов к созданию и раскрытию ИС. Работа над внутренним порталом раскрытия информации по ИС завершена, запуск запланирован на начало 2023 года.

Работа с широкой аудиторией



Популяризация науки

Программа продвижения научных знаний была существенно расширена. Многочисленные лекции Сколтеха проходили на площадках Архэ, Парка Горького, Зарядье, Консорциума университетов и научных организаций Евразийского научно-образовательного центра мирового уровня (Уфа), Ельцин Центра (Екатеринбург), Точки кипения (Москва, Санкт-Петербург, Пермь, Казань, Екатеринбург, Самара), Яндексa, Noôdome, Medio Modo, информационных центров по атомной энергии. Лекторий Сколтеха успешно провел более 90 лекций, мероприятия Hi, Tech прошли от Москвы до Новосибирска. Сколтех принимал участие и в крупных научных мероприятиях, включая Фестиваль Русского географического общества и «НАУКА 0+».

Летние школы, мастер-классы и экскурсии организованы для гимназии «Сколково», школы «Летово», гимназии имени Пушкина, Образовательного центра «Сириус», Президентского лицея «Сириус», московских и региональных школ научно-технического профиля.

Проходили мероприятия для учителей: менторство исследовательских проектов в сотрудничестве с НГУ, «Иннопрактикой» и Фондом «Поддержка проектов в области образования», семинар для менторов детского центра «Артек». Разработаны обучающие материалы для Академии Минпросвещения.

>90

открытых лекций

>300

мероприятий для школьников

13

городов в России

>1.9

млн. офлайн и онлайн участников





В 2022 году более 3200 одаренных детей из 12 регионов России посетили лекции, занятия и экскурсии в Сколтехе. Одним из самых ярких событий стало участие в программе «Подготовка наставников научно-исследовательских проектов» Фонда «Образование» и «Иннопрактики», которая позволила школьным командам подготовить качественные исследовательские проекты. Мы особенно рады тому, что победителем на Межрегиональной конференции сетевых научно-исследовательских проектов в одной из номинаций стала команда Гимназии «Сколково».

Стоит отметить большой проект Лаборатории анализа метабеномов по работе со школьниками по направлению “гражданская наука”, организованный совместно с Министерством науки и высшего образования. Более 1680 школьников и студентов из российских учебных заведений смогли получить новые знания и навыки в области биоинформатики и молекулярной биологии и внести свой вклад в работу значимых для общества проектов Сколтехе.

Наталья Мацнева, координатор проектов



Медиапроекты

В целях представления широкой аудитории значимых достижений науки реализованы медиапроекты в области математики и наук о жизни.

Разговоры за жизнь

Серия интервью с известными врачами, учеными, биоинформатиками, специалистами в спектроскопии, зоологии и экологии. 39 публикаций в 7 СМИ, охват аудитории превысил 2 млн. человек.

Генеральный партнер: РНФ
Партнеры: «Коммерсантъ Наука», журнал «Кот Шрёдингера», проект Naked Science, Биомолекула, портал PCR-News, онлайн журнал «Стимул»

Колмогоров 120

Проект в рамках Десятилетия науки и технологий в России, посвященный 120-летию выдающегося математика XX века. Главным консультантом стал ученик Колмогорова, академик РАН Альберт Ширяев.

Партнеры: Математический институт имени В. А. Стеклова Российской академии наук, Ярославский государственный университет им. П. Г. Демидова

Математические прогулки+

Интервью с известными математиками: Яковом Синаем (премия Абеля), Максимом Концевичем (Филдсовская премия), Андреем Окуньковым (Филдсовская премия). Дополненное издание «Математические прогулки+». Сборник интервью» издано на русском языке.

Партнер: «Коммерсантъ Наука»



Освещение в медиа

В 2022 году опубликовано 119 пресс-релизов и более 50 развернутых статей в СМИ, посвященных результатам исследований Сколтеха.

В медиа пространстве сохранялся интерес к уникальной научно-технологической экспертизе центров по тематикам искусственного интеллекта, цифровой инженерии, нового поколения телекоммуникационных сетей, биомедицины, энергоэффективности и энергоперехода. Отдельные результаты исследований названы российскими СМИ в числе главных научных событий года («Российские ученые обнаружили «бактерию радости», «Новый материал ускорит переход с литиевых на натрий-ионные аккумуляторы»).

Наибольший интерес в зарубежных СМИ вызвали такие темы, как «Рекламные спутники зажгут баннеры на небе», «Ученые улучшили катодный материал, чтобы повысить пробег электрокаров на одной зарядке», «Зловредный борщевик превратили в материал для батарей в зелёной энергетике», «Предсказано новое вещество, которое могло предопределить эволюцию планеты».

На протяжении всего года Сколтех был востребован крупнейшими российскими и зарубежными СМИ, включая «Известия», ТАСС, «Российскую газету», «Хабр», CNN, The Independent, La Nacion, El Pais, El Universal, Newsweek, Daily Mail, Fortune и CNBC.

Интервью с профессорами и исследователями опубликованы в материалах информационных агентств (ТАСС, РИА НОВОСТИ) и федеральных СМИ («Коммерсантъ», «Российская газета», Газета.ru), а также научных, деловых и технологических блогах и журналах («Хабр», «Эксперт» и «Стимул»). Представители Сколтеха стали героями видеосюжетов на Первом канале, «Россия-1», «Россия-24», «Известия», НТВ, РЕН ТВ, 360, TV BRICS, «ТВ Центр», а также радиозэфиров («Маяк», VFM.RU, «Коммерсантъ FM» и др.).

Сколтех был представлен в сессиях крупных деловых и научных мероприятий — Петербургский международный экономический форум, Конгресс молодых учёных в Сочи, конференция AI Jougney и ряд других. Институт принимал визиты официальных лиц, дипломатических миссий иностранных государств, руководителей университетов, представителей высокотехнологичных компаний.

Новым направлением работы стали междисциплинарные проекты:

- При поддержке Министерства культуры Сколтех и Фестиваль актуального научного кино ФАНК создали первую в России Лабораторию научного кино, цель которой помочь молодым режиссёрам сделать первые шаги в научно-популярном жанре. Коллектив Лаборатории выпустил альманах из 16 короткометражных



фильмов «16 способов изменить мир» с участием профессоров и исследователей Сколтеха. Показы альманаха прошли более чем на 100 площадках по всей России, от московских мультиплексов до сельских домов культуры. Лаборатория вошла в шорт-лист Всероссийской премии «За верность науке».

- Результатом сотрудничества художников и исследователей

Сколтеха стала выставка «Частоты 3.0. Волшебство супер технологий». В рамках проекта представлены мультимедийные арт-объекты, интерактивные инсталляции, произведения цифрового искусства и видеоарта. Выставку в галерее «Ходынка» в Москве посетили более 3 тысяч человек. С декабря 2022 года экспозиция размещается в кампусе Сколтеха.





Маркетинг и развитие бренда

В течение года реализовывался комплекс мероприятий по продвижению бренда.

Онлайн кампания по привлечению студентов проходила в условиях ограниченных доступов к международным каналам. Тем не менее, альтернативы позволили обеспечить охват аудитории и ее интерес к Сколтеху.

Присутствие в социальных сетях расширено Telegram-каналами на русском и английском языках. Канал на русском языке стал эффективным инструментом для анонсов и новостей, а также привлечения абитуриентов.

Научный контент Сколтеха появился на страницах блога Дзен и портала Reddit, где профиль института стал доступен более 4 млн. пользователей по всему миру. Многие посты вошли в число самых популярных за неделю: синтез К₂Н₆, анализ удельных трудозатрат на изготовление бриллианта размером в 1 карат, тренажер для гистероскопии с тактильной обратной связью.

Среди новых форматов развития бренда – радио подкаст со студентами, брошюра о Сколтехе «Создан создавать», виртуальный тур по кампусу.

Программа мероприятий

Программа мероприятий включала более 200 конференций, семинаров, официальных визитов, деловых совещаний, форматов по развитию сообщества. Среди наиболее значимых – заседание Попечительского совета Фонда «Сколково» с участием Дмитрия Медведева, форсайт-сессия по финансовому суверенитету и программная речь спецпредставителя Президента РФ по вопросам

цифрового и технологического развития Дмитрия Пескова, семейный новогодний праздник для сотрудников.

Площадка кампуса также востребована внешними клиентами. Более 35 сессий организованы для Счетной палаты, Сберуниверситета, ОАК, Группы «Россети», компании EVRAZ, Тинькофф, МТС, LIME, Детского мира, Яндекса, KIA, Mascotte и ряда других.

Ключевые показатели Стратегии

Результаты Стратегии измеряются ключевыми показателями, по которым Сколтех регулярно отчитывается Попечительскому совету, Фонду «Сколково», Министерству финансов и Министерству экономического развития. Показатели отражают результативность исследовательской

и инновационной деятельности, востребованность выпускников в высокотехнологичном секторе российской экономики.

Несмотря на турбулентность и негативное влияние санкций, выполнены все целевые значения на 2022 год.



| Стратегические показатели ¹⁰ | Единица | Факт 2022 | План 2022 |
|---|----------------------|-----------|-----------|
| Юридические лица, получившие поддержку институтов развития в рамках механизма «бесшовности», юридические лица, получившие статус участника проекта «Сколково», при участии в капитале Сколтеха, студентов, аспирантов, выпускников, научных работников, профессоров и иных исследователей | Ед. (накоп. итог) | 92 | 90 |
| Публикации в журналах Nature Index, международных конференциях в области ИИ категории А* | Ед. | 126 | 110 |
| Выпускники, вовлеченные в инновационный и научно-образовательный сектора экономики РФ | % от выпуска | 71 | 70 |

| Дополнительные показатели | Единица | Факт 2022 | План 2022 |
|--|----------------------|-----------|-----------|
| Юридические лица, получившие статус участника проекта «Сколково», при участии в капитале Сколтеха, его студентов, аспирантов, выпускников, научных работников, ППС и иных исследователей | Ед. (накоп. итог) | 85 | 85 |
| Число выпускников | Чел. (накоп. итог) | 1718 | 1690 |
| Коэффициент внешнего финансирования (согласно формуле $KBF = D/P$, где D = доход от внешних источников без учета переходящих остатков, P = расходы по всем источникам, за исключением целевого строительства лабораторий) | % | 38.2 | 33 |
| Публикации, проиндексированные в WoS, Scopus | Ед. | 1102 | 1100 |
| Публикации в журналах первого квартilea | % | 65 | 62 |
| Публикации ППС от общего числа публикаций | % | 62 | 62 |

¹⁰ Стратегический показатель «Вклад в экономику РФ», согласно Стратегии, измеряется накопительным итогом в 2025 году.



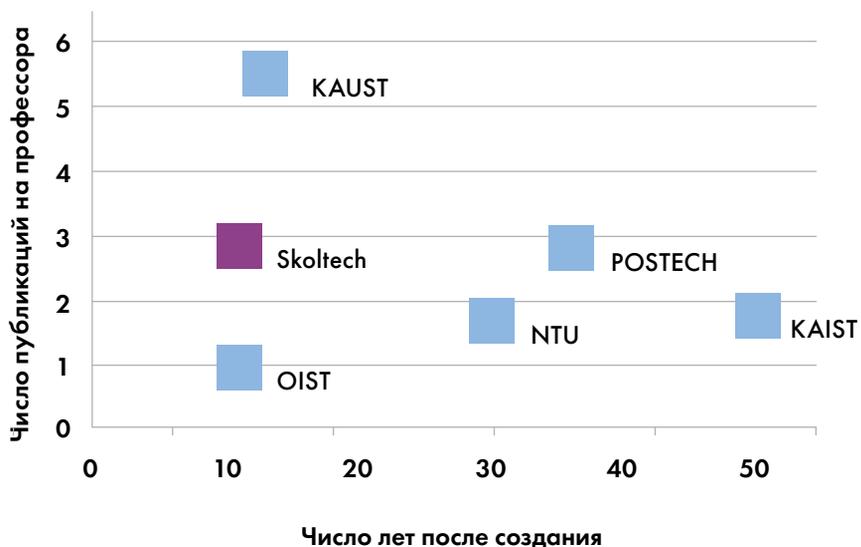
Сравнительный анализ

В рамках годовой отчетности регулярно проводится сравнительный анализ отдельных показателей с референтной группой из числа ведущих мировых

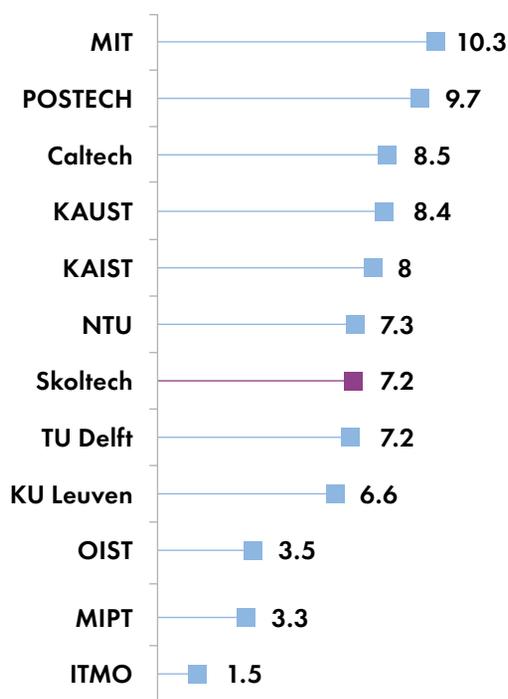
и российских университетов, а также молодых университетов, стремительно поднимающихся в международных рейтингах.

| Университет | Краткое обозначение (используется в графиках отчета) | Год основания |
|---|--|---------------|
| Окинавский институт науки и технологий | OIST | 2011 |
| Университет науки и технологий имени короля Абдаллы | KAUST | 2009 |
| Наньянский технологический университет | NTU | 1991 |
| Пхоханский университет науки и технологии | POSTECH | 1986 |
| Корейский передовой институт науки и технологий | KAIST | 1971 |
| Московский физико-технический институт | MIPT | 1946 |
| Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики | ITMO | 1900 |
| Калифорнийский технологический институт | Caltech | 1891 |
| Массачусетский технологический институт | MIT | 1861 |
| Делфтский технический университет | TU Delft | 1842 |
| Лёвенский католический университет | KU Leuven | 1834 |

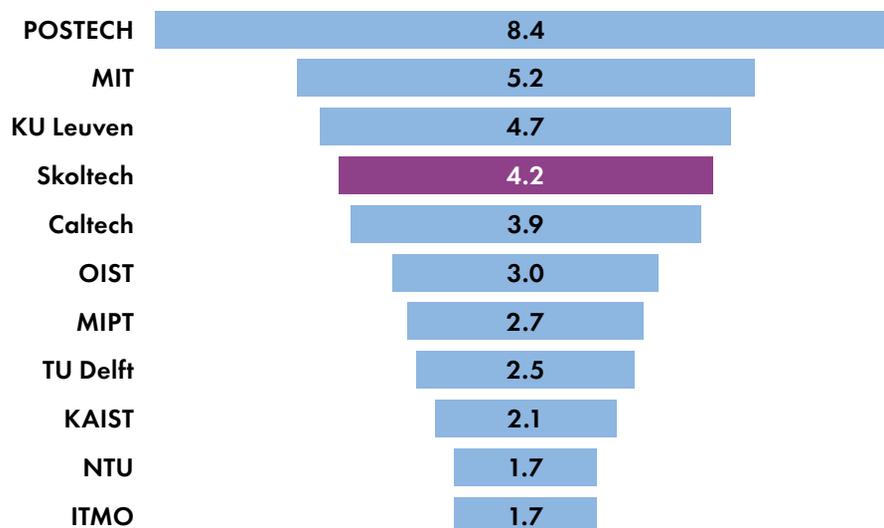
Публикации в журналах группы Nature Index в расчете на профессора (2019 – 2022)



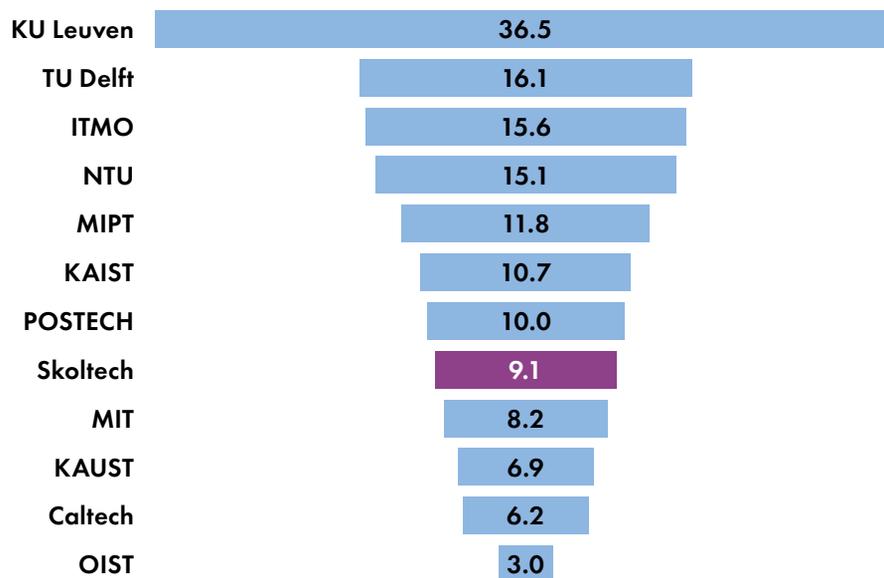
Доля публикаций с компаниями (2022 год)



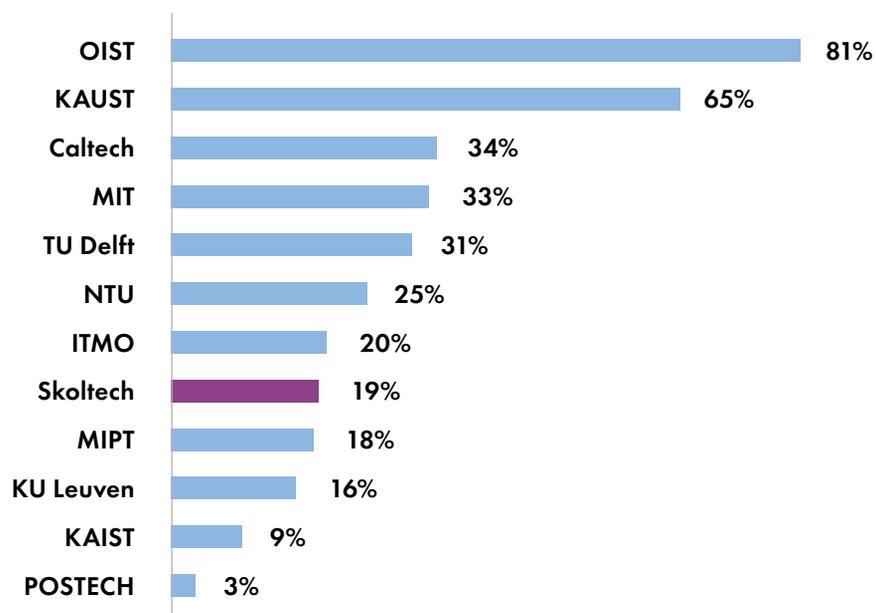
Число аспирантов на профессора



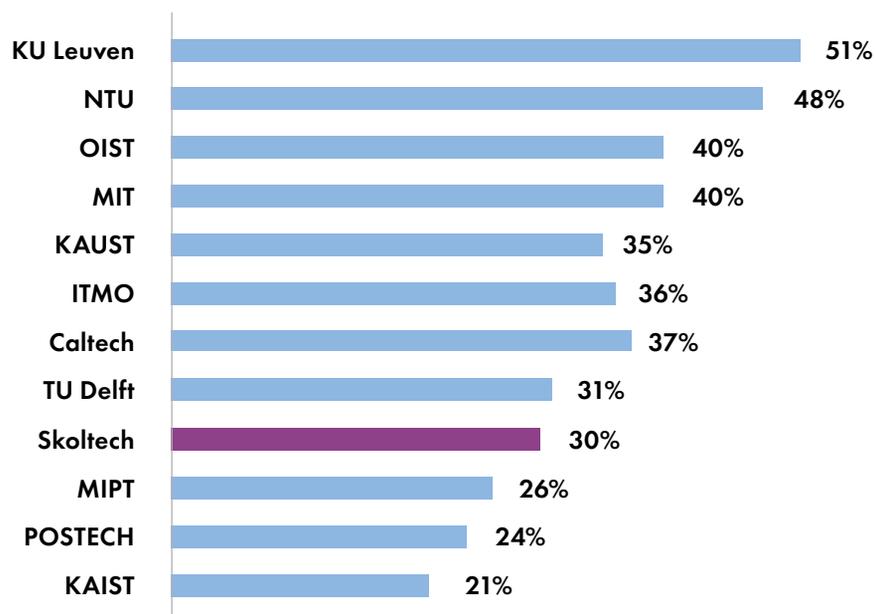
Число студентов на профессора



Доля иностранных студентов



Доля девушек среди студентов





Сообщество Сколтеха



Персонал

Наш коллектив сегодня

Международный коллектив квалифицированных специалистов, мотивированных к достижению высоких результатов – всегда был и остается приоритетом кадровой политики.

За последние пять лет коллектив вырос в два раза и сегодня насчитывает почти 1300 сотрудников. Коллектив отличает мультикультурность – на сегодня в нем представители 36 стран, включая Аргентину, Бельгию, Канаду, Китай, Францию, Гану, Грецию, Индию, Иран, Италию, Мексику, Непал, Нидерланды, Сербию, Испанию, Таиланд, Великобританию, Вьетнам. Сохраняется гендерный баланс. В части распределения персонала по возрастным группам, Сколтех – это молодой коллектив.

Профессора Сколтеха – признанные лидеры в своих областях, имеющие опыт работы в академической среде, компаниях, опыт создания стартапов. Сложный 2022 год оказал

существенное влияние на научный коллектив: более 30 профессоров расторгли трудовые соглашения. Вместе с тем Сколтех смог удержать ключевые команды благодаря вкладу профессоров в становление научных школ и подготовку нового поколения специалистов.

Научно-исследовательский и инженерно-технический персонал составляет порядка 70% от общего числа сотрудников. 78% сотрудников работают на условиях полной занятости, частичная занятость – преимущественно на позициях исследователей, выполняющих проекты по грантам и контрактам.

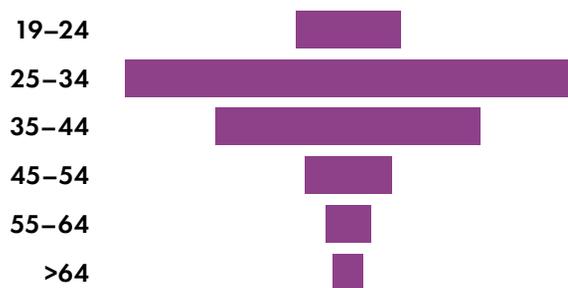
Наибольшая численность персонала отмечается в центрах, самые крупные из которых – Центр прикладного искусственного интеллекта, Проектный центр беспроводной связи и интернета вещей, Центр молекулярной и клеточной биологии, Центр науки и технологий добычи углеводородов.



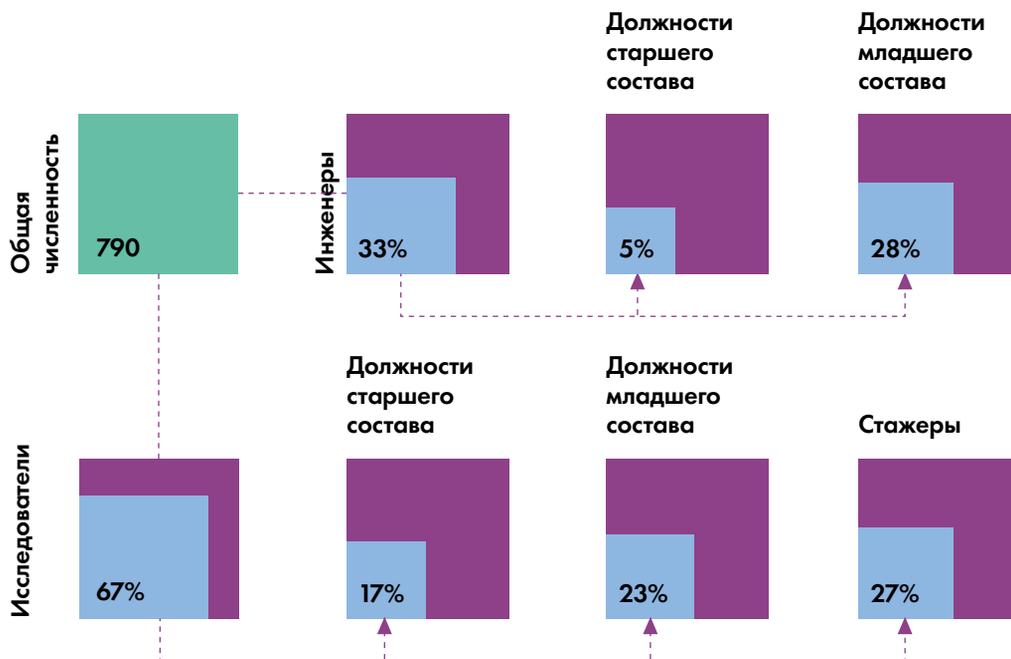
Распределение персонала по полу



Распределение персонала по возрасту



Исследовательский и инженерный персонал



Развитие человеческого капитала

Стратегия развития человеческого капитала включает мероприятия по привлечению, удержанию и развитию талантов, признанию результатов и формированию конкурентной системы вознаграждения, управлению эффективностью, повышению вовлеченности персонала, эффективности кадровых процессов.

На 2022 год были установлены амбициозные цели по всем

направлениям, однако высокий уровень стресса в коллективе, вызванный внешними факторами, повлиял на приоритетность задач. На первый план вышли меры повышения устойчивости и работоспособности персонала – удержание ключевых кадров, внедрение новой системы оплаты труда, системы признания результатов и постановки целей, сохранение операционной эффективности.

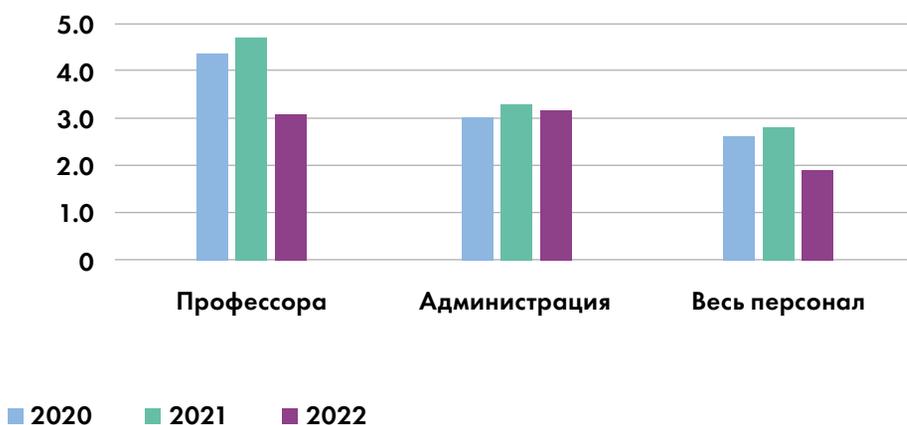


Удержание талантов

В условиях сложного контекста и неопределенных перспектив удержание талантов стало задачей №1. В ответ на увольнения ключевых профессоров и общую нестабильность были предприняты меры «стабилизации», в частности, назначены новые директора центров из числа руководителей научных групп. В целях сокращения текучести персонала ключевым сотрудникам были предложены долгосрочные контракты, одновременно

вырабатывались индивидуальные решения, учитывающие конкретные обстоятельства. Средний стаж работы в Сколтехе незначительно снизился среди профессоров, что связано с расторжением трудовых соглашений. Средний стаж работы персонала снизился на фоне роста числа исследователей и инженеров по краткосрочным договорам, финансируемым за счет внешних источников.

Средний стаж работы в Сколтехе



Признание результатов

Награда за вклад в результаты года (Excellence Award Recognition) была учреждена для профессоров, продемонстрировавших высокий уровень исследовательской, образовательной, инновационной и экспертной деятельности.



Профессора, получившие награду «Excellence Award Recognition 2022»

Проф. Артем Абакумов
Проф. Искандер Ахатов
Проф. Михаил Беляев
Проф. Евгений Бурнаев
Проф. Михаил Гельфанд
Проф. Лоран Генцбиттель
Проф. Владимир Драчев
Проф. Дмитрий Дылов
Проф. Алексей Зайцев
Проф. Антон Иванов
Проф. Александр Квашнин
Проф. Юрий Костюкевич

Проф. Игорь Кричевер

Проф. Павлос Лагудакис
Проф. Дмитрий Лаконцев
Проф. Михаил Лебедев
Проф. Сергей Левченко
Проф. Мария Логачева
Проф. Альберт Насибулин
Проф. Евгений Николаев
Проф. Артем Оганов
Проф. Иван Оселедец
Проф. Андрей Осипцов

Проф. Александр Панченко
Проф. Татьяна Подладчикова
Проф. Константин Северинов
Проф. Андрей Сомов
Проф. Михаил Спасенных
Проф. Кейт Стевенсон
Проф. Дмитрий Тетерюков
Проф. Станислав Федотов
Проф. Екатерина Храмеева
Проф. Алексей Черемисин
Проф. Дмитрий Чудаков
Проф. Александр Шапеев

Также профессора были удостоены внешними наградами и премиями:

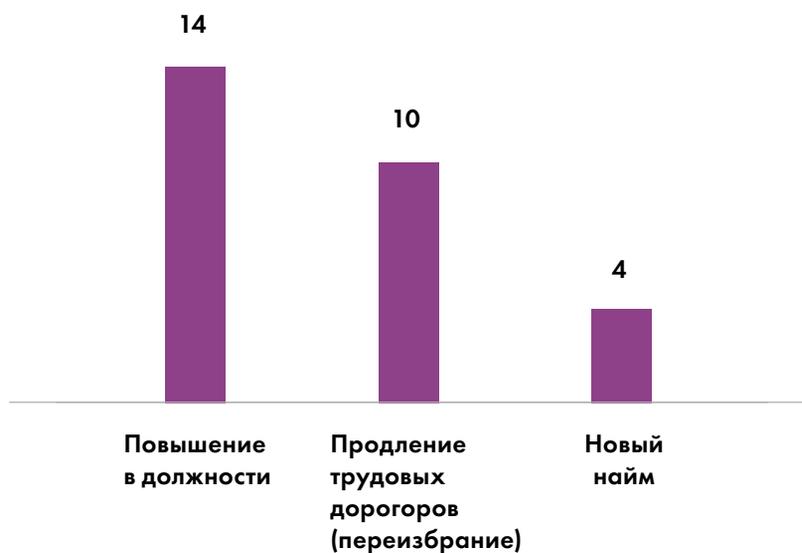
- Проф. Дмитрий Лаконцев стал обладателем премии «Технологический прорыв 2022» в номинации «Прорыв в телекоммуникациях»,
- к.ф.-м.н. Виталий Шуб получил премию «Академик Международной академии телекоммуникаций»,
- Проф. Петр Сергиев избран членом-корреспондентом Российской академии наук,
- Проф. Михаил Гельфанд избран членом Международного общества вычислительной биологии (ISCB), также стал обладателем президентской награды ISCB за вклад в развитие общества,

- Проф. Дмитрий Дылов получил награду «Выдающийся рецензент» на международной конференции в области обработки медицинских изображений и компьютерных вмешательств (MICCAI),
- Проф. Дмитрий Титов занял 4-е место в самом крупном акселераторе в области электроэнергетики в России «Энергопрорыв».

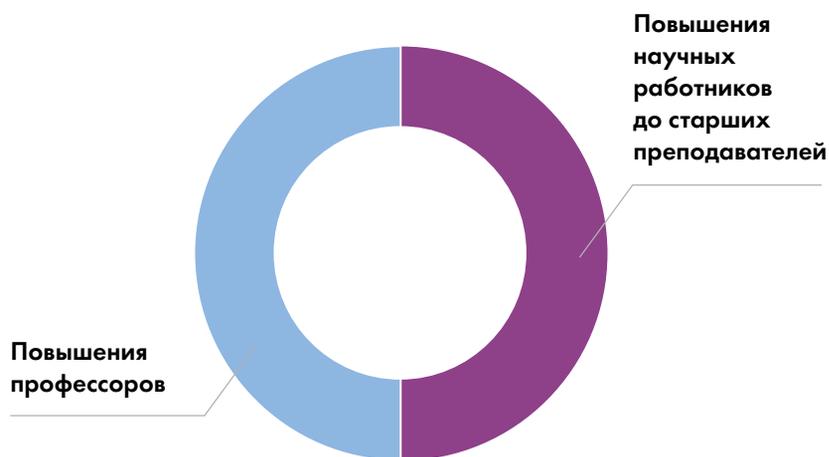
Молодые исследователи и профессора, чьи результаты оказали существенное влияние на развитие центров и Сколтеха в целом, получили повышения. Решения принимались Ученым советом на основе оценки результатов, а также амбициозности планов.



Кадровые решения Ученого совета



Детализация решений о повышениях в должности



Новая система оплаты труда

Сколтех перешел на новую систему оплаты труда в рамках мероприятий по совершенствованию кадровой политики. Концепция системы разработана с учетом международных практик академических организаций и бизнеса, тенденций на рынке труда, а также важности сохранения сильного бренда работодателя.

Принципы внутренней справедливости были обеспечены введением должностных уровней (грейдов) как основы установления должностных окладов. Оклады

неакадемического персонала зафиксированы на конкурентном уровне на позициях младшего и среднего состава и «выше среднего» по рынку – на высоких грейдах, где важны управленческие компетенции.

Новая система оплаты труда расширила инструменты мотивации: введены надбавки за статус «Заслуженный профессор», профессиональное мастерство, внутренние проекты. Также предусмотрена премия за КПЭ и премия за достижения.

Управление результатами

Пилотный цикл оценки результатов и постановки целей проводился для всего персонала, при этом подходы учитывали специфику деятельности академического и административного персонала. В общей сложности

в цикле приняли участие 88% сотрудников. Большинство получили положительную оценку («соответствует ожиданиям»), результаты 4% оценены как «существенно превосходящие ожидания».

| | |
|---|------|
| Общая численность персонала на 01.12.2022 (дата начала пилотного цикла) | 1173 |
|---|------|

| | |
|--|------|
| Число сотрудников, принявших участие в цикле | 1034 |
|--|------|

| | |
|----------------------------------|-----|
| Существенно превосходит ожидания | 4% |
| Превосходит ожидания | 25% |
| Соответствует ожиданиям | 70% |
| Требуется развитие | 1% |
| Не соответствует ожиданиям | 0% |

Результаты пилотного цикла в отношении административных работников, научных работников и инженеров рассмотрел Комитет по персоналу, результаты оценки

профессоров рассмотрел Ученый совет. Оба коллегиальных органа представили рекомендации по совершенствованию процессов.

Обучение персонала

В течение года сотрудникам предлагались различные возможности обучения по таким направлениям как образовательная деятельность, коммуникация, санкционное законодательство, финансы, аудит, закупочная деятельность, охрана

труда, академическое письмо. Обучение по внутренней программе РМ.Science прошли проектные менеджеры. В 2023 году программа будет расширена с учетом запросов руководителей и работников по итогам пилотного цикла оценки.

Бренд работодателя

В течение года продолжались мероприятия по продвижению бренда работодателя. Среди ключевых результатов можно выделить новый профиль Сколтеха на портале hh.ru, а также крупное мероприятие для всего персонала и членов семей накануне Нового года.

Уделялось внимание вопросам заботы о здоровье: с учетом международных практик и тенденций на рынке труда расширен пакет медицинских услуг и страхования, стали доступны консультации психолога и ряд медицинских услуг на кампусе (включая тестирование на COVID).

Охрана труда

Традиционно в Сколтехе большое внимание уделяется вопросам охраны труда. Институт непрерывно совершенствует систему менеджмента качества, обеспечивая максимальные меры защиты здоровья персонала и внедряя концепцию «нулевого» травматизма.

В течение года проходили многочисленные мероприятия, направленные на исключение опасностей и снижение профессиональных рисков. В дополнение к разработке политик в области безопасности труда

и техносферной безопасности, осуществлялся контроль за условиями труда, также проводилась специальная оценка таких условий. Одновременно проходили тренинги по техносферной безопасности и повышению общей культуры безопасности. Вводные инструктажи и семинары затрагивали вопросы охраны труда, пожарной, экологической, лазерной, промышленной, радиационной безопасности, санитарно-эпидемиологических требований, а также вопросы гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций.

Студенты

Привлечение талантов

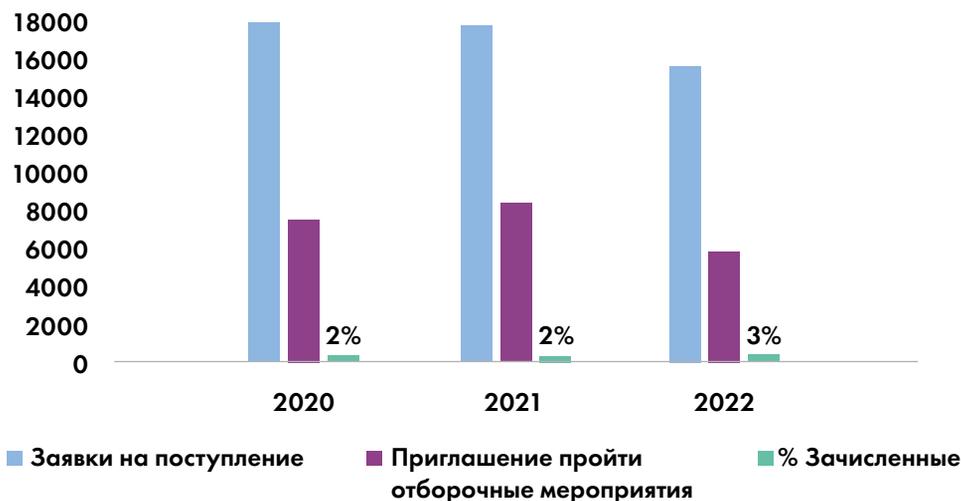
Стратегическая цель Сколтеха – подготовка лидеров, способных влиять на развитие передовых направлений науки и технологий. В этой связи, стратегия по работе с абитуриентами направлена на привлечение талантов, имеющих высокий уровень академических результатов, потенциал и мотивацию к расширению знаний и достижению результатов.

В условиях санкций, ограниченных доступов к международным каналам, сложностей логистики фокус приемной кампании был переориентирован на Россию. Сколтех провел вдвое больше мероприятий на площадках российских университетов, Яндекс и ВКонтакте стали ключевыми каналами продвижения. Результаты приемной кампании показали более высокую конверсию лояльной аудитории

(участники дней открытых дверей, подписчики в соцсетях). В частности, 46% абитуриентов, которые получили оффер Сколтеха – лояльная аудитория.

Несмотря на снижение числа заявок, сохранился высокий конкурс (3% зачислений). Набор 2022 года – это 409 студентов из ведущих российских университетов, университетов Европы (Ньюкаслский университет, Римский университет Ла Сапиенца, Туринский политехнический институт, Технический университет Бергакадемии Фрайберга), университетов Ближнего Востока и Азии (Делийский университет, Университет Китайской академии наук, Университет науки и технологий Зевайла). 20% набора составляют иностранные студенты из 29 стран, включая Германию, Италию, Китай, Индию, Новую Зеландию и Корею.

Воронка приемной кампании





Впечатление, что Сколтех – современный, хорошо организованный и открытый, сложилось с самой первой презентации об университете, и оно не поменялось. Так как я немец, порядок и структурированность особенно для меня важны – я был удивлен, что в Сколтехе есть и то, и другое.

После окончания магистратуры решил остаться в Сколтехе, поступил в аспирантуру. На самом деле, еще в первый год обучения я полюбил Россию по многим причинам. Когда выбирал Сколтех, решающим фактором стало обучение на английском языке в современном мультикультурном университете.



Кристоф Фаист

Программа аспирантуры «Нефтегазовое дело»

О поступлении в Сколтех я задумалась на 4 курсе бакалавриата МФТИ, когда стала частью команды Сколтеха по проекту в области анализа климатических и финансовых рисков. Мне понравилась слаженная командная работа и я решила, что обучение в Сколтехе станет для меня хорошим развитием. Это не только продолжение образования, но и новые возможности, знакомства, сам процесс обучения будет увлекательным. Сейчас точно могу сказать, что в своем выборе я не ошиблась.



Антонина Курдюкова

Программа магистратуры «Современные вычислительные методы»

Окончив бакалавриат, я пошла работать, чтобы получить опыт работы в индустрии и понять, чем я хочу заниматься дальше. Через несколько лет поняла, что мне не хватает знаний и навыков. Когда искала магистратуру, Сколтех был в топе моего списка: университет предлагал не только программу, отвечающую моим интересам, но и обучение на английском языке. Кроме того, содержание программы показалось мне интересным и актуальным. Посмотрев каталог оборудования ЦКП биовизуализации и спектроскопии (он поразил меня оборудованием!), я приняла решение поступить.



Елизавета Петрова

Программа магистратуры «Науки о жизни»

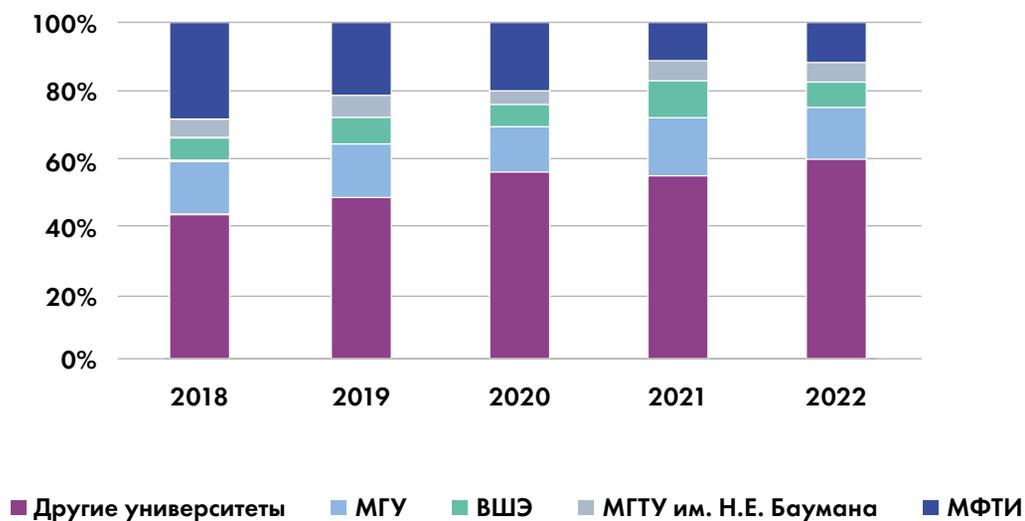
По программе обмена я мог выбрать один из пяти вариантов. Среди всех вариантов Сколтех выделялся современным кампусом, международной средой и возможностью общаться с профессорами напрямую. Университеты Италии, где я получил базовое образование, отличаются фундаментальным подходом и фокусом на теорию, поэтому я решил попробовать более практико-ориентированное образование в Сколтехе. Кроме того, было интересно выйти из зоны комфорта, погрузившись в новую культуру. Сильная сторона Сколтеха в команде профессоров и студентов. Сколтех — это больше, чем университет. Это широкая сеть контактов в профессиональном сообществе, друзей, которая выходит за рамки типичной университетской среды.



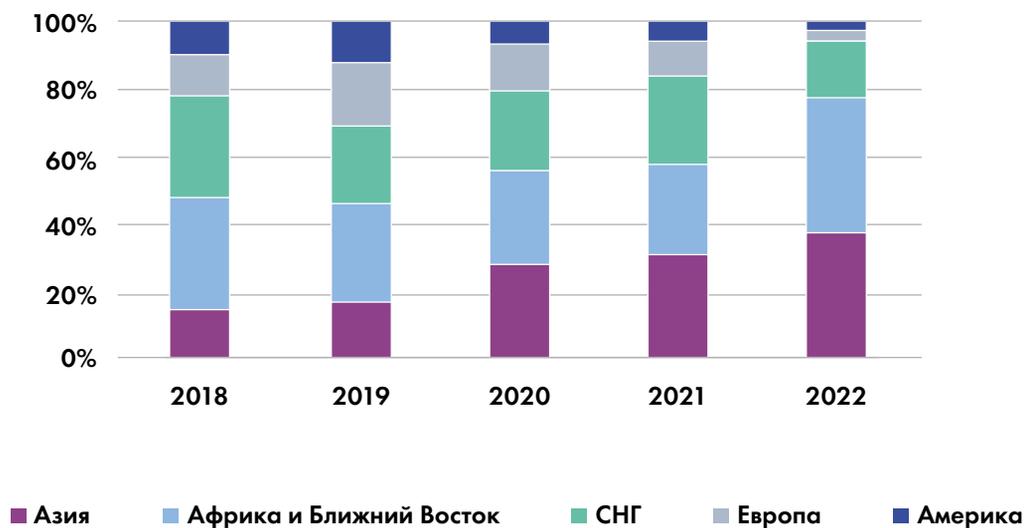
Лука Бреггион

Приглашенный студент по программе Erasmus

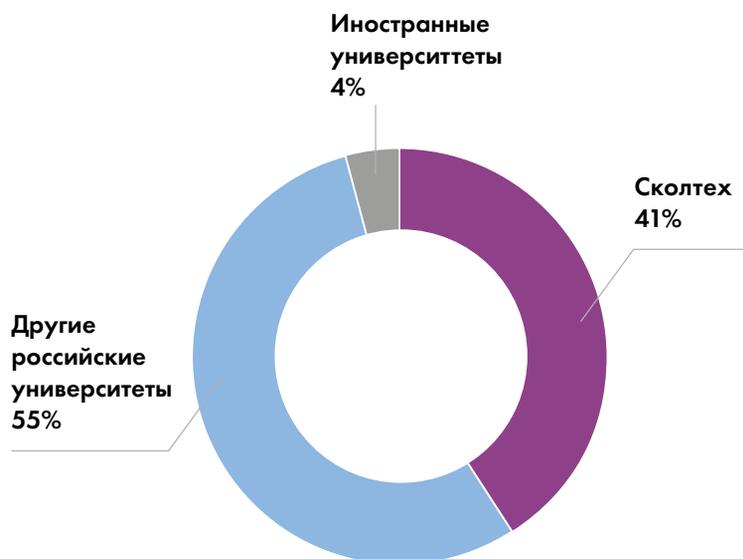
Набор по предыдущему образованию



Иностранные студенты



Набор в аспирантуру по предыдущему образованию



Дипломы с отличием



Программа развития студентов

Приоритетом работы со студентами является формирование среды и условий, способствующих развитию профессиональных компетенций для достижения результатов высокого уровня,

повышению конкурентоспособности выпускников. В этих целях реализуется комплексная программа, разработанная с учетом международных практик, интересов и ожиданий студентов.

Стипендии

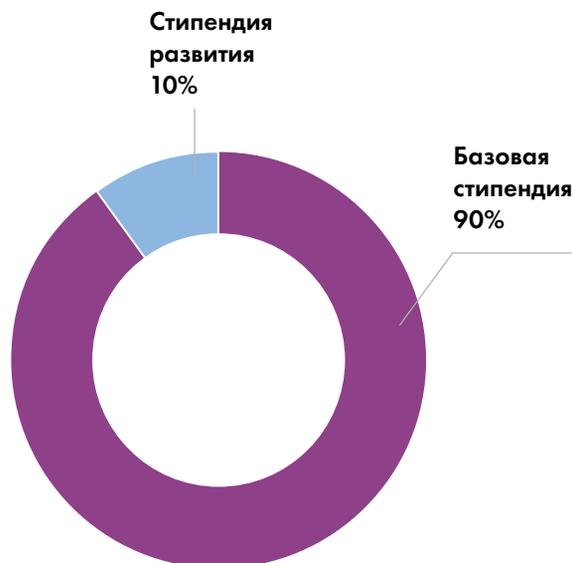
Продолжалось внедрение новой стипендиальной политики, предусматривающей различные механизмы поощрений. В дополнение к конкурентной базовой стипендии,

назначалась стипендия развития студентам, которые показали научные достижения, заняли призовые места в технологических конкурсах, создали стартапы.

Распределение стипендий развития (по числу стипендий)



Стипендиальный фонд (расчет от общего бюджета)



Мероприятия Карьерного центра

Карьерный центр проводил семинары, лекции, встречи с представителями компаний, День карьеры и ярмарки вакансий, индивидуальные консультации.

Партнерская сеть компаний была существенно расширена и включала более 90 организаций. Проводились целевые встречи с представителями «Инновационного центра «Камаз», СберИгры, БИОКАД, ЭМ ЭНД ЭС ДЕСИЖАНС, Huawei, Yango, Яндекса и других компаний. Партнеры Сколтеха принимали

участие в ярмарках вакансий и Дне карьеры.

Для аудитории свыше 2700 студентов и выпускников ежемесячно издавались материалы с обзором интервью, вакансий, стажировок. Для выпуска 2022 года были разработаны новые форматы: рекомендации по составлению резюме, информация о работодателях, портал по поиску работы в России для иностранцев. Кроме того, все партнеры-работодатели получили каталог резюме выпускников.

Студенческие сервисы

Большое внимание уделяется сервисам и ресурсам, необходимым студентам для успешного обучения: предоставление возможностей проживания, консультации по аренде жилья, поддержка по миграционному законодательству, оформление документов, консультации психолога, консультации Карьерного центра, посещение спортзала.

Среди наиболее важных результатов – организация консультаций психолога. В целях обеспечения требований нового миграционного законодательства

организован специальный сервис для иностранных студентов (медицинские осмотры, фото- и дактилоскопия). В период частичной мобилизации все студенты имели информационную поддержку по возникающим вопросам.

Запросы студентов рассматривались очно и с помощью онлайн-системы. В общей сложности, центр студенческих сервисов обработал более 1700 запросов. Комплексные случаи рассматривались индивидуально с последующим контролем обратной связи.



Студенческий совет

Студенческое самоуправление реализуется Студенческим советом. В 2022 году Совет рассматривал вопросы, связанные

с образовательным процессом, развитием студенческих пространств и организацией студенческих мероприятий.

Достижения студентов

Студенты Сколтеха стали обладателями внешних и внутренних наград за достижения в академической, научно-технической и инновационной деятельности. Некоторые примеры таких достижений:

- Максим Великанов, Руслан Рахимов, Тарас Хахулин и Петр Мокров – лауреаты премии имени Ильи Сегаловича, которую «Яндекс» вручает за результаты в области компьютерных наук.
- Виталий Казаку – лауреат российской национальной премии «Студент года» в номинации «Интеллект».
- Даниил Панов – грант Германской Службы Академических Обменов на проведение исследований в Рейнско-Вестфальском

техническом университете Ахена (Германия).

- Иван Апанасевич – победитель конкурса Национальной технологической олимпиады по профилю «Интеллектуальные робототехнические системы».
- Алена Савиных – бронзовый призер на робототехническом треке Всероссийской олимпиады студентов «Я — профессионал».

Также студенты Сколтеха стали получателями стипендий общей суммой 5,8 млн. рублей, включая стипендии Президента Российской Федерации, стипендию имени Ж.И. Алферова молодым ученым в области физики и нанотехнологий, стипендию Тинькофф, стипендию экологического фонда имени В.И. Вернадского.

Стипендия Президента Российской Федерации

Никита Кузнецов
Константин Павлов
Лилия Румянцев
Кирилл Тыщук
Никита Ахметов
Игорь Козловский
Алексей Кузин
Анастасия Мердалимова
Николай Овсянников
Анастасия Смирнова
Евгений Статник
Юлияна Цветинович

Стипендия Президента Российской Федерации для обучения за рубежом

Сергей Перков
Максим Мокроусов
Алексей Кузин

Стипендия Тинькофф

Полина Карпикова
Кирилл Тыщук

Стипендия имени Ж.И. Алферова молодым ученым в области физики и нанотехнологий

Никита Ахметов

Стипендия экологического фонда имени В.И. Вернадского

Влада Шестакова



Выпускники

Выпуск 2022 года

Трудоустройство выпускников отражает конкурентоспособность образовательных программ и программы развития. Несмотря на сложную ситуацию на рынке труда, общий уровень трудоустройства показал положительную динамику в сравнении с прогнозом в начале года.

Доля выпускников, трудоустроенных или продолжающих обучение в России, незначительно снизилась в сравнении с 2021 годом, что объясняется нестабильностью ситуации. Одновременно наблюдается снижение доли выпускников, продолжающих обучение в аспирантуре в России.



Сколтех помогает развивать наш стартап как в части технологий, так и бизнес-возможностей. Например, на базе ряда лабораторий мы можем проводить 3D печать и тестировать разработки. С поиском инвесторов и потенциальных клиентов нам помогает Центр предпринимательства и инноваций. Мы участвуем в питч-сессиях и программах акселерации, которые проводит Центр. Кроме того, Сколтех для нас и источник кадров: мы активно привлекаем в стартап студентов. Например, сейчас в нашей команде два магистра: один проектирует импланты, другой разрабатывает алгоритмы топологической оптимизации.



Дмитрий Попов

Выпуск 2022 года, программа аспирантуры «Инженерные системы» | основатель стартапа iziCAD

Я уверен, что навыки, которые я получил и продолжаю получать в Сколтехе, помогут мне добиться успеха. В будущем хотел бы сделать доступными как можно больше технологий в области повышения нефтеотдачи и связывания парниковых газов.



Айомикун Белло

выпуск 2022 года (магистратура), аспирант программы «Нефтегазовое дело» | Основатель стартапа Eco-Energy, стажер-исследователь в Сколтехе

В Сколтехе примерно каждые два месяца я принимал участие в командных проектах, что научило меня, прежде всего, работать в сжатые сроки, а также выстраивать сотрудничество и распределять роли в команде. Более того, в Сколтехе существенно выросли мои компетенции по организации исследований: теперь я могу работать самостоятельно, сохраняя при этом мотивацию. Это те черты, на которые я опираюсь в повседневной работе.



Фатер Акухва

Выпуск 2021 года, программа магистратуры «Энергетические системы» | проектный менеджер, Яндекс

Сколтех дал мне хорошую базу для работы над самыми современными методами, которые я теперь использую для решения своих рабочих задач. Также я столкнулась с разными научными концепциями, научилась в них разбираться. Здесь я научилась учиться.



Ольга Новицкая

Выпуск 2021 года, программа магистратуры «Науки о жизни» | специалист в области больших данных, компания Insilico Medicine

Сообщество выпускников

Стратегической целью Сколтеха является формирование и укрепление культуры участия выпускников в развитии института. Реализуются различные мероприятия с участием выпускников, способствующие повышению их вовлеченности.

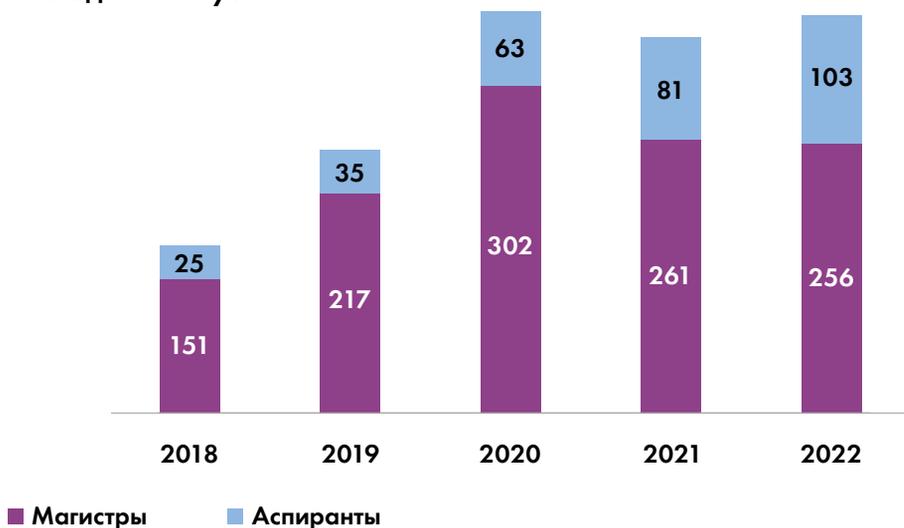
20 выпускников приняли участие в ежегодной конференции Startup Village, а также мероприятиях Центра предпринимательства и инноваций и Карьерного центра. Выпускники последних двух лет, чей выпуск проходил в онлайн формате из-за пандемии, были

приглашены на церемонию 2022 года, которая проходила на кампусе.

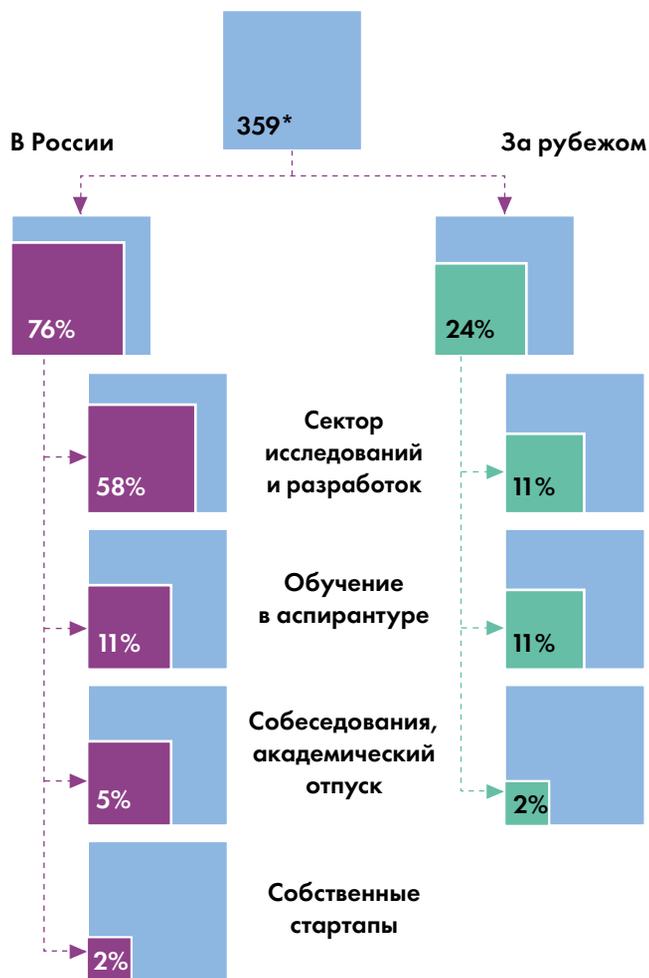
Стартовала программа менторства, направленная на укрепление сообщества выпускников разных лет. Первые мероприятия запланированы на весну 2023 года.

Онлайн коммуникация с выпускниками осуществлялась через социальные сети, рассылки новостного дайджеста. Также издан гид с информацией по ресурсам, которые могут быть полезны для поддержания связи с институтом.

Ежегодный выпуск



Выпуск 2022 года



* Включая 22% иностранных выпускников.

Эльвира Муратова

выпускница магистерской программы «Нефтегазовое дело», аспирант второго года обучения. Сооснователь компании Eco Energy

“Работа над проектами дает мне энергию – и это главное”

Как Сколтех вдохновляет на создание стартапов

Я из Тюмени, городе, где нефтегазовая отрасль основная. В Тюмени я закончила бакалавриат по технической физике, а вся физика в регионе так или иначе связана с нефтегазом. Занималась газогидратами, увидела, что в Сколтехе есть возможность заниматься этой же тематикой,

поэтому решила поступать в магистратуру. При поступлении у меня было сильное портфолио: победитель олимпиады «Я – профессионал», призовые места на турнирах. Тем не менее, конкурсный отбор был сложным и многоступенчатым, мои достижения не помогли. Поступила я в Сколтех только со второго раза, через год.

В Сколтехе увлеклась стартапами. Кажется, прошла все курсы по инновациям и технологическому предпринимательству. На одном из курсов познакомилась с преподавателем Александром Чекановым и командой студентов, которые занимались созданием портативных биогазовых реакторов. Позже к проекту присоединился профессор Алексей Черемисин в качестве научного руководителя.

Наша разработка – это транспортировочный контейнер, в который загружаются отходы и специальные бактерии. Бактерии запускают каскад биохимических реакций, в результате чего отходы разлагаются и образуется биогаз. Метан улавливается и либо запасается, либо генерируется в электроэнергию. Важно, что метан не улетучивается в атмосферу, что ведет к негативному воздействию. Остатки от переработки могут использоваться как органическое удобрение. Одно из преимуществ такого контейнера – возможность использования в холодном климате.

Мы представляли разработку на разных конкурсах и в акселераторы. Сейчас активно обсуждаем сотрудничество с компаниями «Газпромнефть-Снабжение» и «Мессояханефтегаз». Также обсуждаем вопросы сертификации и тестирования наших контейнеров в подмосковном Дзержинском. В конце 2022 наша компания стала резидентом Сколково, что дает дополнительные возможности.

Аспирантура в Сколтехе – это возможность заниматься не только научной работой по газогидратам, но и стартапами. Если бы я работала, это было бы труднее. Запускать стартап всегда трудно, но я считаю, что не начать сейчас – никогда не начать. Работа над проектами дает мне энергию – это главное.

Кроме учебы и стартап-проекта, Эльвира занимается популяризацией технологического предпринимательства. На своих выступлениях она развенчивает миф о том, что технологический стартап – это уровень Илона Маска и «теслы», что для создания стартапа обязательно нужна уникальная идея или большой стартовый капитал. Главное, по ее словам, чтобы идея была востребована «здесь и сейчас», а конкуренция лишь способствует развитию продукта.



Артем Якимчук

Выпускник магистратуры (2022),
аспирант первого курса.
Основатель школы
программирования и еще трех
стартапов

Моя семья связана со строительством и прокладкой теплосетей. Хотя вопрос выбора университета, в общем-то, не стоял, родители посоветовали идти в робототехнику, мотивируя тем, что строительство можно всегда освоить. Так я поступил на факультет робототехники Бауманки, а после – в магистратуру Сколтеха.

Во время учебы вместе с друзьями запустил первый стартап – школу программирования «Форматика» на базе московской школы, которую окончил. Мы тестировали разные форматы и поняли, что есть высокий спрос, а с учетом нашего бэкграунда можем предлагать более качественные услуги, чем компании на рынке.

Перед самым началом пандемии практически вышли на самокупаемость, после чего решили перейти в онлайн для масштабирования. Запустили рекламу в соцсетях, стали набирать учеников. Например, на пике было около 100 школьников, а за два года школа обучила более 2000.

Год назад возникли сложности с покупкой рекламы в соцсетях, поэтому встал выбор: зарегистрировать юридическое лицо за рубежом или искать альтернативы. Так как я в России, решил перевести школу в офлайн – сейчас она успешно работает на базе гимназии Сколково. В школе преподают в основном студенты Сколтеха, получается такая синергия – талантливые студенты обучают талантливых детей.

Сейчас школа уже устойчиво работает, и у меня есть время на новые проекты: три стартапа – один вполне зрелый и два в начале развития.

Стартап «Касание» делает цифровые визитки. Если на такую визитку навести телефон с NFC чипом, появится полный профиль, с контактами, аккаунтами в соцсетях, можно даже сделать денежный перевод. Визитка выглядит как наклейка на телефон.

Другой стартап, который только развивается и создан на основе школы программирования – сервис оплаты услуг по подписке. Дело в том, что для оплаты занятий мне приходилось постоянно выставять счета, многие родители забывали платить вовремя, из-за чего были накладки. Когда я думал, как это можно оптимизировать – вспомнил про сервисы по подписке, как Яндекс.Музыка, когда со счета пользователя регулярно списываются деньги. Мы изучили, как такие системы устроены и разработали аналогичную. Сервис оказался

не только удобным для нас, но и востребованным в сообществе EdTech. Сейчас мы делаем единую платформу, которая позволяет любому предпринимателю «подписать» клиентов и выставить счета по подписке.

Еще один стартап только появляется. Это NFC-таблички, которые можно использовать в кафе и ресторанах для оплаты счетов, чаевых, подключения к программе лояльности, ознакомления с меню, подписки на профили в соцсетях. Своего рода «цифровая визитка», только для кафе и с возможностью оплаты. Мы стали партнером одного из производств в Зеленограде, который изготавливает для нас таблички с чипами, – с сервисом «ЮKassa», чтобы работать как эквайринговый сервис. Некоторые московские кафе уже используют такие таблички.

Мне нравится работать на стыке науки, прикладных вещей и бизнеса. Нравится, что на наукоемких исследованиях можно создавать стартапы, зарабатывать, и при этом менять жизнь вокруг себя – упрощать или решать совсем сложные задачи, важные для человека.

Одновременно с развитием 4 проектов Артем учится в аспирантуре Сколтеха, где занимается газотермическим напылением и робототехникой, принимает участие в преподавании курсов. Во время обучения Артем прошел стажировку в Германии и сейчас считает важным передать этот опыт студентам. Артем мечтает защитить кандидатскую диссертацию и войти в список Forbes «30 до 30».

**“Моя работа
интересна
пересечением
науки,
прикладных
вещей и бизнеса”**

**Как студенты Сколтеха
меняют жизнь вокруг себя**

Артем Бочкарев

Выпускник магистратуры (2018)
Программа «Наука о данных».
Руководитель направления
Data Science в AliExpress



“Сложная математика может влиять на рост прибыли в компании”

Сколтех как трамплин для карьеры в индустрии

На третьем курсе бакалавриата МФТИ я пошел на кафедру интеллектуального анализа данных, по сути, машинного изучения. После бакалавриата поступил на программу двойных дипломов Сколтеха и МФТИ «Наука о данных».

Сколтех дает хорошие возможности для старта карьеры

в индустрии. Например, после первого курса я проходил стажировку в компании S7, где с командой решали практические задачи по предсказанию целей поездок. Суть в том, чтобы в рассылках S7 клиенты получали рекомендации. Например, если человек летит в отпуск – отель, если в командировку – например, аренда автомобиля. А если человек летит домой, то рекомендации нет. Для этого проекта собирали данные через интернет опросы: когда клиент покупал билеты, появлялся вопрос о целях поездки. На основе опросов и набора стандартных данных мы сделали алгоритм, который бы предсказывал цель поездки. Защита проекта прошла успешно.

После окончания магистратуры пробовал устроиться в S7, но на тот момент вакансий, к сожалению, не было. В итоге я стал джуниор-разработчиком в OZONe. Кстати, со своим руководителем я познакомился на защите в Сколтехе – на защиты всегда приглашают представителей компаний. В OZONe работал над предсказательными моделями, алгоритмами подбора рекомендаций, оптимальной организации склада и сбора заказов. Мэтчинг товаров – проект, который мы сделали с нуля. В 2020 году я ушел из OZONa, к тому моменту я уже был руководителем двух команд.

AliExpress меня пригласил возглавить направление

машинного обучения, и это, конечно, был выход на новый уровень. Изначально команда включала 6-7 человек, сейчас она выросла до 25. Мы ведем основные разработки компании по направлению анализа данных: поиск, рекомендации, ценообразование, модерация, антифрод [выявление мошеннических схем, – прим. ред.], мэтчинг. Кроме того, нам удалось значительно доработать алгоритмы русскоязычного поиска и подбора рекомендаций.

Сейчас разрабатываем алгоритм перевода названий товаров. Это не вполне переводчик, алгоритм генерирует названия, используя дополнительную информацию о товарах и характеристики. Предварительные тестирования показали, что алгоритм рабочий. Верим в успех этого проекта.

Data Science – очень крутая область, в ней можно «потрогать» и «пощупать» результат. Наверное, поэтому я ушел из науки в индустрию. Мне нравится, что сложная математика, которую я так долго изучал, может влиять на бизнес, например привлекать больше клиентов, и как следствие, рост прибыли.

По словам Артема, Сколтех сыграл роль «песочницы», в которой можно попробовать себя в науке и индустрии, понять и решить, что ближе, сформировать стартовый «капитал» деловых связей для старта профессиональной карьеры.



“Сколтех дал мне знания и навыки осуществить мечту детства”

От детского увлечения до PhD в аэрокосмической области

Салман Али Тепдавала

Выпускник магистратуры (2021)
Программа «Инженерные системы»

Мое увлечение аэрокосмической тематикой началось с детства – мог часами читать книги, мечтая об исследованиях бескрайней Вселенной. Неудивительно,

почему я решил связать свою карьеру с космосом и авиацией. Хотя в Пакистане, где я вырос, таких возможностей практически нет, родители и учителя всегда поддерживали мои стремления.

По мере погружения, мои интересы менялись, то в сторону авиации, то – космической инженерии. В итоге выбрал аэрокосмическую отрасль, считая, что это возможность изучить оба направления. Но по-настоящему понял, что хочу заниматься авиацией, в США, где я учился по обмену, прошел несколько специализированных курсов и поработал над прикладными проектами.

Когда вернулся в Пакистан, начал искать возможности осуществить свою мечту – стать специалистом в области авиации. Россию для учебы не рассматривал, думал строить карьеру в Америке. Однако, узнав, что в США есть ограничения на работу иностранцев в космической отрасли, стал искать альтернативы.

Когда услышал о Сколтехе от друзей, решил поподробнее изучить эту возможность. Связался со старшекурсниками и другом из России — все они высоко отзывались об университете. Также отметил, что Сколтех основан в сотрудничестве с MIT, одним из самых престижных

университетов мира. А это своего рода знак того, что Сколтех дает образование высокого уровня. И я не ошибся.

Сколтех действительно дал мне уникальный опыт. Я многому научился, появились друзья со всего мира, со многими поддерживаю связь и сейчас. Именно в Сколтехе я понял, насколько важно развивать профессиональную сеть контактов с индустрией.

После магистратуры решил получать PhD в Мюнхене, где сейчас изучаю бортовые системы предотвращения столкновений на основе ИИ. Помимо учебы работаю с несколькими стартапами в области космоса. Интересно быть частью команд-разработчиков технологий.

Хотя сейчас я в Мюнхене, я открыт для возможностей поработать или поучиться в России. Если будет возможность, буду рад вернуться в Сколтех. Например, как преподаватель: есть много примеров, когда специалисты из индустрии читают курсы по прикладным тематикам.

В этом году Салман получил престижную награду European Space Leaders Award. Ежегодная награда присуждается специалистам за значимый вклад в развитие космической отрасли.



Артём Микелов

Выпускник магистратуры (2018),
аспирантуры (2022)
Программа «Науки о жизни»

Как Сколтех изменил жизненный путь менеджера из консалтинга

**“Наука —
это множество
вызовов.
Я сделал
вызов себе”**

Я окончил факультет менеджмента ВШЭ, но к концу третьего курса понял, что мне интересны технологии, а особенно биотех. Было ощущение, что эта область на пороге стремительного роста. Ведь многие из инвестиций, сделанных с конца 1960-х, даже может чуть раньше, начали давать практические результаты.

Я начал думать о том, как попасть в биотех. Решив, что вполне могу стать менеджером, поступил в магистратуру «Управление инновациями и предпринимательство» Финансового университета. После ВШЭ программа показалась слабой, да

и к технологиям она меня никак не приближала. Параллельно учебе, я начал работать в международном консалтинговом агентстве Accenture. Интересные задачи, отличная команда, не могу сказать ничего плохого. Но мне хотелось другого — науки и технологий. Наука — это вызовы, я хотел сделать вызов себе.

Я начал с онлайн-курсов. Это был примерно в 2014 году, когда в интернете стали появляться программы и курсы по биоинформатике. На Coursera практически весь контент на английском, но Институт биоинформатики сделал курсы на русском, за что безмерно им благодарен.

Через год решительно настроился поступать на биоинформатику, даже думал о бакалавриате МГУ. ВШЭ открыли программу под руководством Михаила Гельфанда. Но когда прочитал о Сколтехе, понял, что для меня это идеальное место. Хотя университет молодой, многое непонятно, структура формируется, кампус строят — но все очень динамично. К тому же оказалось, что это тот редкий случай, когда я смогу учиться бесплатно. Обычную российскую магистратуру можно окончить бесплатно только один раз, а платить 300-400 тысяч в год я вряд ли бы смог.

О своем поступлении я размышлял стратегически. Кем я себя вижу через 10 лет?

В консалтинге я мог бы вырасти до старшего менеджера или, даже младшего партнера — это приличный доход, еще и страховки, и много чего. Но ведь суть моей работы не поменяется. Буду ли я доволен?

И вот в 25 лет я бросил свою достаточно неплохую работу в консалтинге, где карьера шла в рост. Довольно сильно упал в деньгах, но стал заниматься тем, что мне интересно. Конечно, много раз думал о том, правильный ли я сделал выбор. Возвращаясь назад, я бы сделал этот выбор снова.

В ноябре 2022 года Артём успешно прошел предзащиту и сейчас готовится к защите кандидатской диссертации по памяти иммунной системы. Защита состоится 25 апреля в Сколтехе. Параллельно Артём работает старшим биоинформатиком в компании MiLaboratories, программное обеспечение которой используют многие фарм-гиганты для иммунологических исследований.



Управление



Skoltech class of 2022



Органы управления

Сколтех основан в 2011 году решением Общего собрания учредителей. За 11 лет корпоративное управление эволюционировало в систему постоянно действующих органов с четким распределением полномочий и процедурами работы.

Приоритетной задачей в области корпоративного управления является обеспечение фокуса и эффективности механизмов и инструментов принятия решений. Ведется регулярная работа по мониторингу регламентирующих документов, соблюдению требований по подготовке вопросов к рассмотрению и принятию решений.

Система управления определена Уставом, который устанавливает полномочия коллегиальных органов. Система управления строится на следующих принципах:

- ректор подотчетен Попечительскому совету, который, в свою очередь, подотчетен Общему собранию Учредителей,
- полномочия органов управления не дублируют процессы принятия решений,
- институт придерживается открытости и прозрачности: информация для коллегиальных органов является достоверной и предоставляется в строго установленные сроки.

Общее собрание Учредителей

Общее собрание учредителей – высший коллегиальный орган управления, уполномоченный утверждать Устав, избирать членов Попечительского совета, принимать

решения о создании дочерних компаний, участии института в капитале иных юридических лиц. В Общее собрание Учредителей входят 10 организаций:

Учредители

Акционерное общество «Российская венчурная компания»

Акционерное общество «РОСНАНО»

Государственная корпорация развития «ВЭБ.РФ»

Московский физико-технический институт

Московская Школа Управления «СКОЛКОВО»

Публичное акционерное общество «Сбербанк России»

Российская экономическая школа

Национальный исследовательский Томский политехнический университет

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физики твердого тела имени Ю.А. Осипяна Российской академии наук

Фонд содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере

Попечительский совет

Попечительский совет осуществляет общее руководство стратегическим развитием Сколтеха, одновременно обеспечивая мониторинг текущей деятельности. В полномочие Попечительского совета входит утверждение Стратегии и КПЭ, Финансового плана, годовой отчетности. Также Совет уполномочен рассматривать новые проекты, которые влияют на Стратегию, выработать рекомендации по решениям организационного характера. В 2022 году Попечительский совет провел 4 собрания. В дополнение к рассмотрению регулярных вопросов, повестка включала ротацию Ученого совета.

В июле Совет рассмотрел отчет руководства по ответным мерам на санкции, в частности, были поддержаны мероприятия по удержанию персонала, реализации приемной кампании, новые направления международного сотрудничества. Также обсуждалась концепция «Сколково 2.0», предложенная ректором в качестве нового видения роли проекта «Сколково» в национальном технологическом ландшафте. Состав Попечительского совета был существенно изменен в связи с введением санкций в отношении Сколтеха: несколько членов досрочно вышли из состава. По состоянию на конец года в состав Совета входили:

**Виктор Вексельберг**

Председатель Попечительского совета Сколтеха, член совета директоров Фонда «Сколково», Председатель совета директоров группы компаний «Ренова»

**Саймон Брэдли**

Основатель и генеральный директор компании Percent-Edge, член Консультативного совета Synergy Worldwide

**Тони Чан**

Ректор Научно-технологического университета имени Короля Абдаллы

**Александр Кулешов**

Ректор Сколтеха

**Ирина Окладникова**

Заместитель Министра финансов Российской Федерации

**Анастасия Ракова**

Заместитель Мэра Москвы в Правительстве Москвы по вопросам социального развития

**Александр Ведяхин**

Первый заместитель Председателя Правления ПАО «Сбербанк»

В дополнение к регулярным собраниям Председатель Попечительского совета проводил рабочие совещания с участием ректора и старших вице-президентов.

Функции Ответственного секретаря Общего собрания Учредителей и Попечительского совета выполнял старший вице-президент по развитию Александр Сафонов.

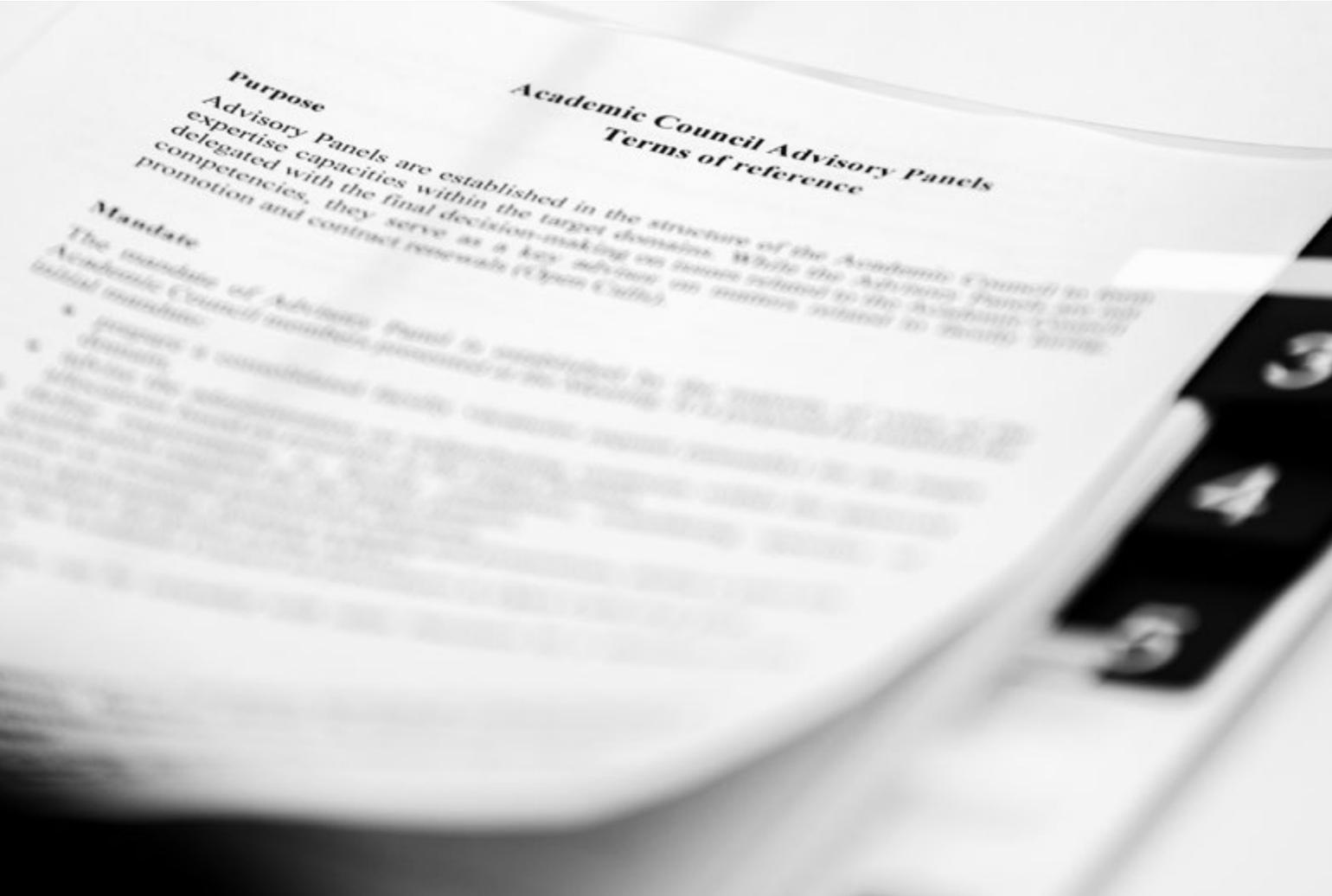
Ученый совет

Ученый совет осуществляет руководство научной, научно-технической и образовательной деятельностью Сколтеха. Новый состав Ученого совета вступил в полномочия в сентябре: состав сформирован

на принципах преемственности и баланса профессоров ЦНИО, Проектных центров, Центра предпринимательства и инноваций, руководства и представителей Фонда «Сколково».

Состав Ученого совета

| | |
|----------------------------------|--|
| Александр Петрович Кулешов | ректор, Председатель Ученого совета |
| Артем Михайлович Абакумов | профессор, директор Центра энергетических технологий |
| Михаил Сергеевич Гельфанд | профессор, вице-президент по биомедицинским исследованиям, директор Центра молекулярной и клеточной биологии |
| Григорий Анатольевич Кабатянский | вице-президент по науке и академическому сотрудничеству |
| Дмитрий Михайлович Кулиш | профессор, Центр предпринимательства и инноваций |
| Павлос Лагудакис | профессор, вице-президент по фотонике, директор Центра фотоники и фотонных технологий |
| Андрей Александрович Осипцов | профессор, директор Центра по энергопереходу |
| Алексей Константинович Пономарев | старший вице-президент по связям с промышленностью |
| Александр Александрович Сафонов | старший вице-президент по развитию, Ученый секретарь |
| Александр Давидович Фертман | Директор департамента по науке и образованию, Фонд «Сколково» |
| Клеман Фортин | профессор, проректор по учебной работе |
| Анджей Чихоцкий | профессор, Центр технологий искусственного интеллекта |



В целях реализации новых процедур конкурсного отбора на позиции профессорско-преподавательского состава Ученый совет создал в своей структуре Консультативные группы по приоритетным направлениям. Группы наделены полномочием планирования вакансий, выработки рекомендаций по избранию кандидатов на позиции профессоров.

Ученый совет рассматривал подходы стратегии развития человеческого

капитала, концепцию бакалавриата, создание Проектного центра прикладной фотоники и квантовых технологий, запуск инициативы Сколтеха, МФТИ и ИТМО в области фотоники. На итоговом собрании в конце года было единогласно поддержано предложение ректора присвоить Центру перспективных исследований имя профессора Игоря Кричевера в память о выдающемся вкладе ученого в Сколтех.



Комитет по образовательной деятельности, в который входят представители программ и Центра предпринимательства и инноваций, стремится обеспечить выполнение образовательной миссии Сколтеха – подготовить новое поколение лидеров науки, технологии и бизнеса, предлагая уникальные программы, конкурентные как в России, так и за рубежом. Комитет проводит регулярные заседания, рассматривая широкий круг вопросов: образовательный процесс, методики преподавания, приемная кампания, обучение в период пандемии, качество программ, ДПО, выдвижение студентов на соискание премий. В 2022 году Комитет участвовал в пересмотре программ аспирантуры в соответствии с новыми федеральными требованиями и одобрил новый формат обучения “2+3”, который будет предложен самым сильным студентам. Особое внимание будет уделено запуску бакалавриата.

Проф. Хенни Уэрдан, председатель Комитета по образовательной деятельности

Комитеты Ученого совета

Комитет по образовательной деятельности провел 14 заседаний, рассмотрев актуализацию программ магистратуры и аспирантуры, разработку ЛНА (защиты, онлайн обучение и т.д.), итоги защит, приемной кампании, планы работы Центра развития образования. Утверждены программы дополнительного профессионального образования.

Комитет по конкурсному отбору, оценке и аттестации научно-педагогических работников провел 8 заседаний, рассмотрев досье кандидатов на позиции

профессорско-преподавательского состава, представления к внешним наградам. В сентябре с внедрением новой процедуры избрания по конкурсу, Комитет актуализировал процедуры работы.

Комитет по исследованиям и инновациям провел 6 заочных заседаний по утверждению отчетности по выполнению проектов НИОКР по федеральным программам, включая «Искусственный интеллект», «Программу развития генетических технологий на 2019 – 2027 гг.».

| Комитет по образовательной деятельности | Комитет по конкурсному отбору, оценке и аттестации научно-педагогических работников | Комитет по исследованиям и инновациям |
|---|--|---|
| Проф. Хенни Уэрдан (Председатель) | Проф. Николай Гиппиус (председатель) | Проф. Дмитрий Лаконцев (председатель) |
| Проф. Дмитрий Аксенов Проф. Георгий Базыкин Проф. Николай Бриллиантов Проф. Алексей Бучаченко Проф. Алексей Черемисин Проф. Алексей Фролов Проф. Николай Гиппиус Проф. Елена Грязина Проф. Иван Оселедец Проф. Александр Сафонов Проф. Наталья Струшкевич Проф. Алексей Николаев Проф. Антон Забродин | Проф. Артем Абакумов Проф. Михаил Гельфанд Проф. Дмитрий Кулиш Проф. Павлос Лагудакис Проф. Андрей Осипцов Проф. Клеман Фортин Проф. Анджей Чихоцкий | Д-р. Маэль Броссар Проф. Лоран Генцбиттель Проф. Павел Дорожкин Проф. Дмитрий Дылов Проф. Александр Квашнин Проф. Мария Логачева Проф. Виктория Никитина Проф. Иван Сергеичев Проф. Андрей Сомов Д-р. Николай Суетин Проф. Глеб Сухоруков Д-р. Александр Фертман |

Руководство

Руководство института отвечает за организацию и управление текущей деятельностью. Полномочия и обязанности руководства определяются ректором в соответствующем локальном нормативном акте.

В 2022 году существенные изменения произошли в части центров, которые стали напрямую подчиняться ректору. В целях выстраивания модели интегрированного студенческого опыта, начиная от отборочных мероприятий и до работы с выпускниками, Департамент образования перешел в подчинение старшего вице-президента по развитию.

Были проведены назначения и в академическом руководстве:

- Проф. Филипп Хайтович назначен директором Центра нейробиологии и нейрореабилитации имени Владимира Зельмана,
- Проф. Иван Сергеичев назначен директором Центра технологий материалов,
- Проф. Татьяна Подладчикова назначена директором Центра системного проектирования,
- Проф. Владимир Драчев назначен директором Центра инженерной физики,
- Проф. Павлос Лагудакис назначен директором Центра фотоники и фотонных технологий,
- Проф. Андрей Маршаков назначен директором Центра перспективных исследований.

Управленческая коммуникация

В сложном контексте 2022 года управленческая коммуникация имела особое значение. Обращения ректора к сотрудникам касались международных ограничений, расторжения соглашения с МТИ, введения санкций. В августе по инициативе старшего вице-президента по развитию состоялось собрание «Сколтех сегодня, завтра и в будущем», на котором были представлены меры в ответ

на внешние вызовы. На собрании с профессорами ректор и старший вице-президент по развитию подвели итоги года и обозначили приоритеты дальнейшей работы. Совещания с директорами центров касались новой системы оплаты труда, КПЭ, пилотного цикла оценки результатов и постановки целей, образовательного продукта, а также ряда операционных вопросов.

Комитеты и рабочие группы

В институте действуют коллегиальные органы, наделенные полномочиями выработки рекомендаций по определенным направлениям деятельности.

Рабочая группа по стратегии курирует цикл стратегического планирования и отчетности. Состав группы был расширен включением вице-президентов по приоритетным направлениям. Группа рассматривала вопросы бюджетного планирования и системы КПЭ, отчетности по соглашению с МТИ, ротации Ученого совета.

Комитет по персоналу создан в целях выработки рекомендаций по кадровой политике. Были утверждены должностные уровни, представления сотрудников к премированию, результаты пилотного цикла оценки и постановки целей.

Стипендиальный совет, возглавляемый проректором

по учебной работе, полностью внедрил новую стипендиальную политику, разработав и запустив программу стипендии развития.

ИТ Комитет выработывал рекомендации по приоритетам развития ИТ-ландшафта с учетом их соответствия целям института.

В нормотворческой деятельности были задействованы десятки рабочих групп. Актуализированы положения по полномочиям руководства, центрам, коллегиальным органам, процедуре защиты диссертаций. Разработаны и изданы положения по новой системе оплаты труда, картам КПЭ, оценке результатов и постановке целей, конкурсу на должности профессоров. В части операционной деятельности изданы ЛНА по процедурам закупок, документообороту, бухгалтерскому учету. Также издан комплекс ЛНА в области охраны труда и техносферной безопасности.

Организационные изменения

Организационные изменения касались создания новых структурных единиц.

Проектный центр прикладной фотоники и квантовых технологий создан под руководством проф. Павла Дорожкина. Программа Центра сфокусирована на прикладных (инженерных) оптоэлектронных технологиях для перспективных систем телекоммуникаций, радиолокации, навигации, спутниковых систем, аналитического и научного приборостроения. В планах – совместные программы исследований и разработок с компаниями, участие в национальных программах по развитию фотоники, квантовых технологий, спутниковых технологий, беспроводной связи. Также планируется разработка курсов магистратуры, аспирантуры и ДПО.

Департамент сопровождения проектов создан в подчинении старшего вице-президента по связям с промышленностью в целях внедрения единого подхода к управлению проектами. В качестве первых мероприятий внедрены процедуры мониторинга и оценки рисков, проведена систематизация проектов по уровням технологической готовности.

Департамент внутреннего контроля и аудита создан в подчинении ректора и функциональном подчинении Попечительского совета. Департамент будет формировать систему управления рисками, повышая качество и эффективность контрольных процедур. Первоочередные задачи включают разработку локальной нормативной базы, актуализацию матрицы рисков, тестирование контролей.

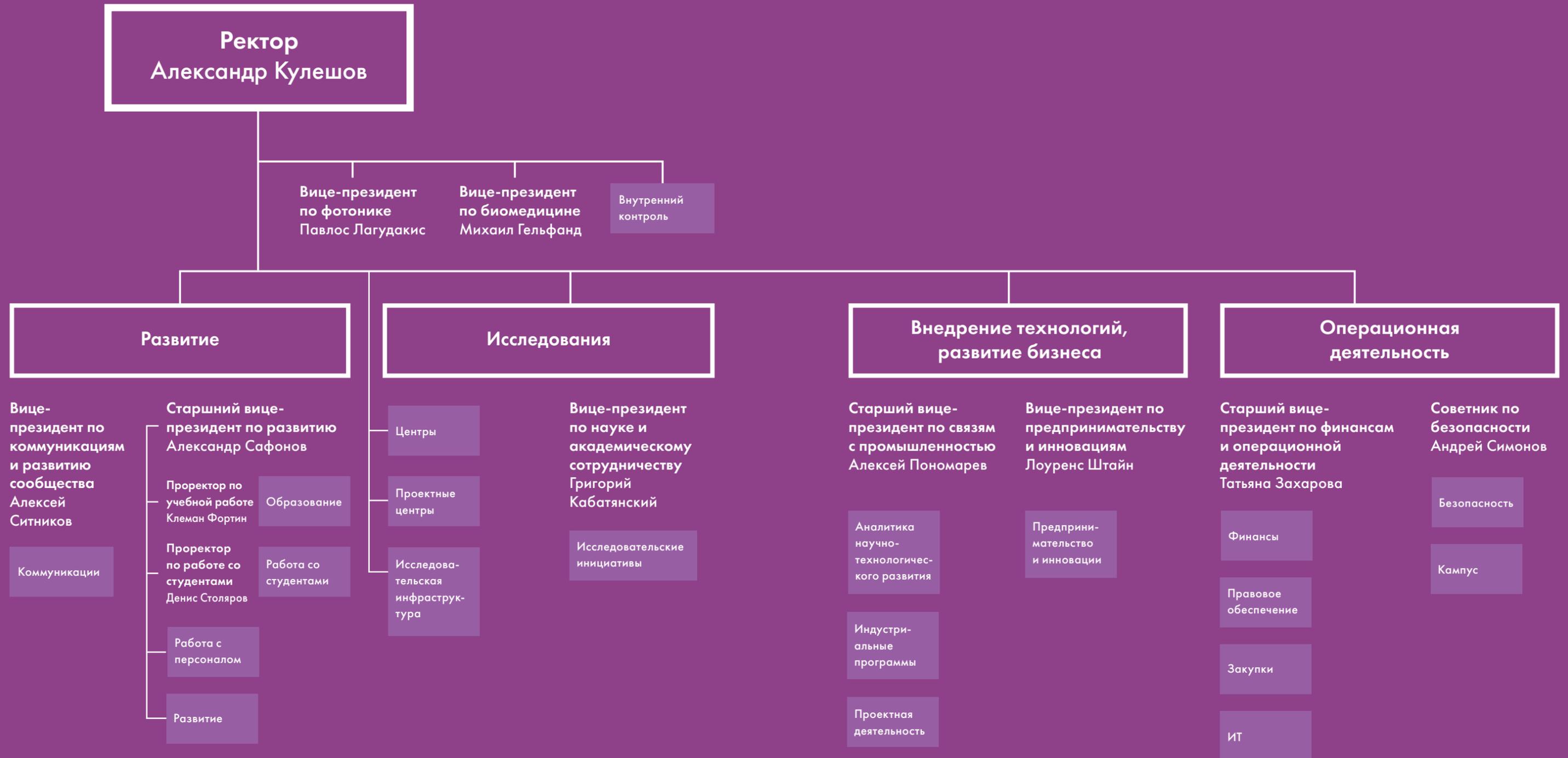
Функции поддержки грантовых исследований и развития академических связей консолидированы в новом Департаменте поддержки исследовательских инициатив, созданным в подчинении вице-президента по науке и академическому сотрудничеству. Департамент будет осуществлять организационное сопровождение грантов, разрабатывать внутренние программы конкурсного финансирования, курировать институциональные партнерства.

Функция управления изменениями введена в Департаменте институционального развития в целях повышения эффективности организационных изменений и системообразующих процессов.



Skoltech

Организационная структура





Операционное управление и финансовые результаты



Обращение старшего вице- президента по финансам и операционной деятельности

Наш ключевой приоритет – Сколтех, обеспеченный ресурсами. Институт должен сохранять финансовую устойчивость, при этом инвестировать в свое развитие.

В 2022 году были предприняты все необходимые меры для эффективного управления рисками и обеспечения операционной устойчивости в условиях глобальных вызовов, санкций, инфляции и других негативных факторов. Высокая операционная эффективность и управление финансовыми ресурсами позволили стабильно реализовывать ключевые направления деятельности, сохраняя устойчивую позицию для дальнейшего развития.

Сколтех увеличил объем внешнего финансирования более чем на 20% в сравнении с 2021 годом, получил высокий доход от ФЦК, имел все ресурсы для обеспечения образовательного процесса, благоустройства кампуса и реализации плана строительства. Консервативный подход в операционной деятельности и финансовой политике был частично пересмотрен с учетом следующих приоритетов:

- внедрение новой мотивационной политики в условиях санкций,
- выработка политики казначейства, организация платежей через новые банки и международных агентов, повышение качества административных сервисов,
- снижение последствий санкций в закупках. В частности, Департамент закупок осуществлял поиск альтернативных решений,
- эффективное сопровождение внешнего аудита,

- тестирование средств контроля в операционных процессах, выработка рекомендаций по совершенствованию процессов и политик,
- повышение операционной эффективности основных контрольных процедур.

В достижении целей развития полностью выполнены требования внутреннего контроля. Наряду с установлением ответственности руководства, проводились контрольные процедуры по направлениям повышенного риска.

В новом периоде крайне важно сохранить высокий уровень операционной деятельности и эффективность управления финансами. Наш ключевой приоритет – Сколтех, обеспеченный ресурсами. Институт должен сохранять финансовую устойчивость, при этом инвестируя в свое развитие.

Искренне благодарю всех сотрудников финансового и операционного блоков за высокий профессионализм, слаженность и результаты по стабилизации работы института в сложном 2022 году. Отдельная благодарность нашим бизнес партнерам за сотрудничество в планировании и реализации мероприятий.

Татьяна Захарова,
старший вице-президент по финансам
и операционной деятельности



Управление операционной деятельностью

Геополитические вызовы и санкции в отношении Сколтеха (SDN) существенно повлияли на основные операционные процессы – платежи, закупки, организация деловых поездок, ИТ-решения, обслуживание инфраструктуры. В целях адаптации и обеспечения устойчивости были реализованы следующие меры:

- установлены платежные механизмы через новые банки и международных агентов,
- адаптированы процессы закупок,
- внедрены альтернативные решения по поставщикам ИТ-оборудования и программного обеспечения под санкциями,
- определены новые каналы по услугам организации деловых поездок за рубежом совместно с авторизованными поставщиками,
- организованы регулярные консультации для иностранных сотрудников и студентов по вопросам изменений в законодательстве в части

банковских операций и валютных платежей.

Кроме того, успешно реализованы мероприятия по обеспечению операционной эффективности. В частности, Сколтех получил положительное заключение независимого аудитора по финансовой отчетности за 2021 год (МСФО и РСБУ), также прошел аудит Фонда «Сколково» по целевому использованию гранта. План корректирующих мероприятий по итогам аудита полностью выполнен.

В соответствии с планом развития ИТ-инфраструктуры осуществлен переход на новую программу расчета заработной платы, тем самым обеспечен плавный переход на новую систему оплаты труда.

В 2023 году деятельность по обеспечению финансовой и операционной устойчивости будет продолжена. Приоритетные задачи включают внедрение ИТ-решений, обеспечение закупок с учетом санкционных ограничений, повышение адаптивности административных сервисов.



Финансовые результаты⁹

В 2022 году институт показал высокие финансовые показатели, обеспечив стабильную поддержку

основной деятельности в сложных геополитических и экономических условиях.

| (млн. рублей) | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 |
|----------------------|-------|-------|-------|--------|--------|
| Финансирование | 7,026 | 8,313 | 8,984 | 10,224 | 10,387 |
| Операционные расходы | 5,557 | 6,620 | 7,204 | 7,499 | 7,778 |
| Капитальные расходы | 689 | 800 | 1,083 | 806 | 874 |
| ФЦК (чистые активы) | 4,559 | 4,775 | 4,787 | 4,634 | 4,929 |

2 августа 2022 года решением Управления по контролю за иностранными активами США Сколтех был включен в список санкционных организаций (SDN), что повлияло на деятельность института. В частности, последствиями санкций стали отказы в оказании услуг со стороны иностранных и российских организаций ввиду риска вторичных санкций, отказ иностранных

компаний по выплатам лицензионных договоров. Несмотря на негативные факторы, влияющие на российскую экономику, Сколтех располагал достаточным финансированием для реализации деятельности и программы капитального строительства, преимущественно, за счет средств гранта Фонда «Сколково», при этом доля внешнего финансирования была увеличена.

| (млн. рублей) | 2021 | 2022 | Отклонение % |
|--|-------|-------|--------------|
| Привлеченное финансирование, вкл. проч. доходы | 2,466 | 2,973 | 21% |
| Привлеченное финансирование | 2,345 | 2,755 | 17% |
| Индустриальные контракты | 1,122 | 1,317 | 17% |
| Гранты | 1,128 | 1,285 | 14% |
| ДПО | 62 | 121 | 96% |
| ЦКП | 34 | 33 | -3% |
| Прочие доходы | 121 | 218 | 81% |

⁹ Представленный отчет содержит данные на 31 декабря 2022 года, рассчитанные кассовым методом.

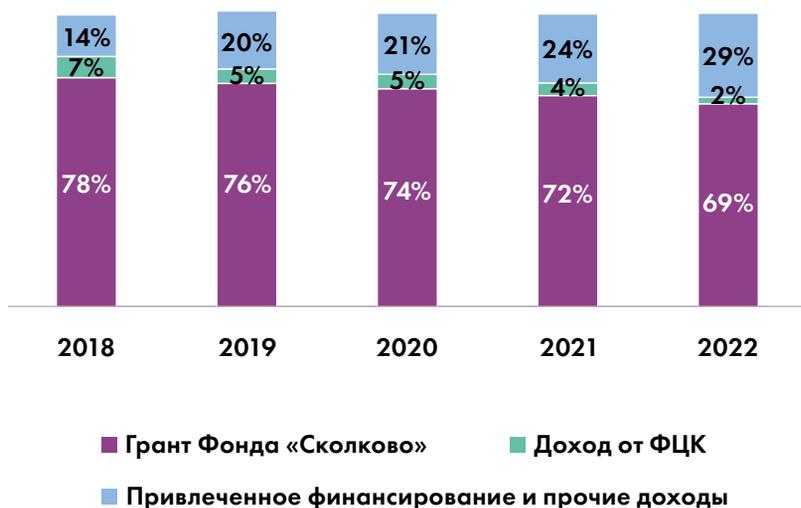


Финансирование

Структура финансирования включает грант Фонда «Сколково», распределенный доход ФЦК, привлеченное финансирование по грантам и контрактам, иные доходы. В 2022 году общее финансирование из гранта Фонда «Сколково», включая переходящий остаток

2021 года, составило 7187 млн рублей, что является самой большой частью в общем объеме финансирования (69%). На приведенном графике представлена тенденция увеличения доли внешнего финансирования и иных поступлений в общей структуре финансирования.

Структура финансирования



Несмотря на сложный год, Сколтех завершил его с общим объемом финансирования из различных источников в размере 10 387 млн. рублей. Увеличение на 164 млн. рублей или 2% в сравнении с 2021 годом обусловлено привлеченными грантами, контрактами и поступлениями из иных источников.

Финансирование за счет гранта Фонда «Сколково»,

включая переходящий остаток неиспользованных денежных средств с 2021 года, составило 7 187 млн. рублей, что на 2% меньше в сравнении с прошлым годом. Переходящий остаток включал целевые средства на развитие инфраструктуры в размере 1 397 млн. рублей и 469 млн. рублей из операционного бюджета 2021 года неиспользованных денежных средств, включая возврат авансовых платежей МТИ в связи с расторжением соглашения.



Объем привлеченного финансирования вырос на 21% и составил 2 973 млн. рублей. Финансирование поступало по грантам и контрактам, договорам ДПО, договорам оказания консалтинговых услуг, лицензионным соглашениям. Прочие доходы включают проценты по банковским депозитам (68 млн. рублей) и договорам субаренды (99 млн. рублей).

Общий объем финансирования от ФЦК составил 228 млн. рублей, включая распределенный доход от ФЦК в размере 160 млн. рублей и переходящий остаток 2021 года в размере 67 млн. рублей. Снижение на 43% по сравнению с 2021 годом вызвано низкой годовой доходностью от инвестиций в 2021 году, в результате чего в 2022 году распределено в институт 160 млн. рублей по сравнению с 317 млн. рублей в 2021 году.

Консолидированные расходы

Консолидированные расходы составили 8 652 млн. рублей, включая операционные расходы (7 778 млн. рублей)

и капитальные затраты (874 млн. рублей). Структура расходов существенно не менялась по сравнению с 2021 годом.





Операционные расходы

На операционные расходы повлияли санкционные ограничения как в отношении Российской Федерации, так и Сколтеха. В частности, наблюдался ограниченный найм профессоров, преимущественно, иностранных граждан, сложности с платежами в иностранной валюте (оборудование и ПО иностранного производства, не имеющее аналогов в России, профессиональные услуги и подписки на базы данных), также изменения отмечены в географии академической мобильности студентов.

Увеличение консолидированных операционных расходов на 279 млн. рублей или 4% в сравнении с 2021 годом вызвано ростом расходов на проекты по контрактам и грантам. Вместе с тем, расходы за счет гранта Фонда «Сколково» сократились на 8% в сравнении с 2021 годом (4 926 млн. рублей), что стало прямым следствием санкций.

Расходы на персонал оставались основными в структуре расходов (60% в операционных расходах). Расходы включали заработную плату, социальные налоги, мотивационные выплаты, медицинское страхование, возмещение расходов на проживание и иные льготы, договоры ГПХ. Общие расходы, связанные с персоналом, увеличились на 503 млн. рублей или 12% по сравнению с 2021 годом, что связано с оплатой труда специалистов, привлеченных для выполнения внешних проектов.

Увеличение на 52% расходов на профессиональные услуги обусловлено ростом договоров субподряда для выполнения контрактов и грантов.

Расходы на совместные исследовательские программы сократились на 460 млн. рублей или 73% в сравнении с 2021 годом, преимущественно, за счет расторжения соглашения с МТИ. Соответствующее уведомление было направлено 25 февраля 2022 года, после чего был произведен возврат предоплаты. Вместе с тем Сколтех продолжает развивать совместные программы с зарубежными и российскими институтами, в частности, Университетом Шарджи.

Расходы на образовательную деятельность и стипендиальное обеспечение сократились на 17 млн. рублей или 2% по сравнению с 2021 годом, в основном, за счет внедрения новой стипендиальной политики.

Аренда помещений кампуса, коммунальные услуги и расходы на обслуживание включали расходы на аренду лабораторных и офисных помещений, ремонт и обслуживание инженерных систем, коммунальные платежи, уборку помещений и территорий, охрану. Увеличение на 277 млн. рублей или 36% в сравнении с 2021 годом произошло за счет расходов на коммунальные услуги кампуса, которые ранее (январь – май 2021 года) оплачивались Фондом «Сколково», а с июня 2021 года

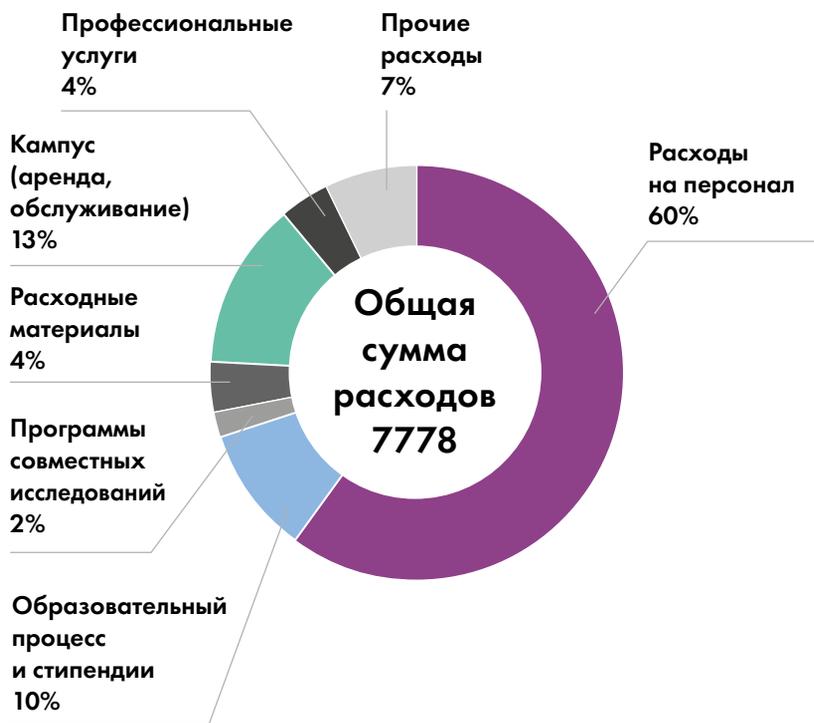


переданы Сколтеху. В 2022 году данные расходы полностью оплачивались институтом.

Прочие операционные расходы включали расходы на служебные командировки, проведение мероприятий, обслуживание ПО и ИТ-оборудования, аренду

оборудования, связи с общественностью и маркетинг, библиотечные ресурсы, налоги и сборы и т.д. Снижение на 104 млн. рублей или 17% обусловлено санкциями, которые ограничили доступ к ПО иностранного производства, подпискам, лицензиям и иным продуктам и услугам.

Операционные расходы

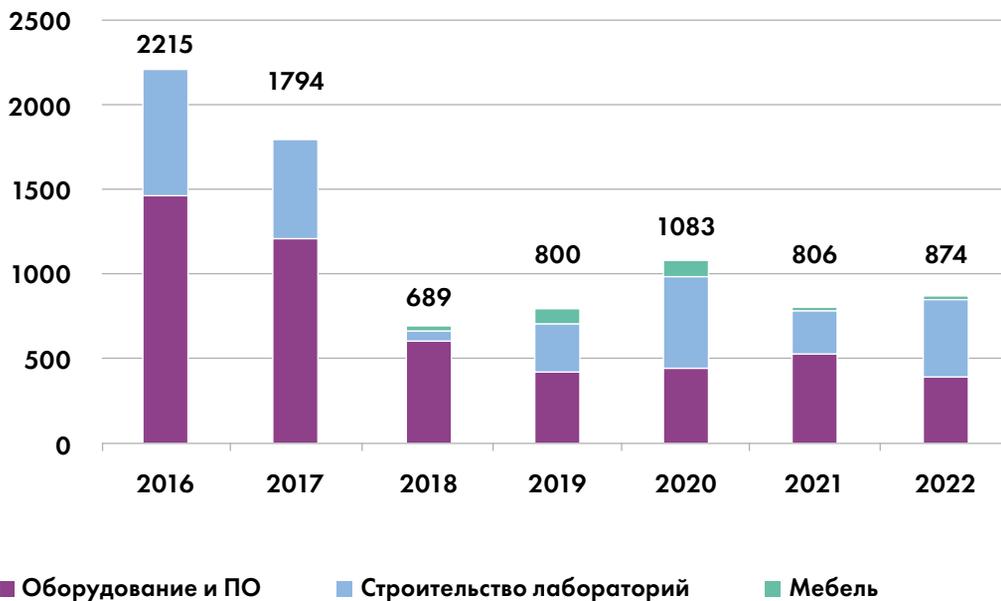




Капитальные расходы

В соответствии со Стратегией институт реализует программу строительства кампуса и развития лабораторной инфраструктуры. В 2022 году капитальные затраты составили 874 млн. рублей, включая расходы на оборудование и ПО (388 млн. рублей), строительство лабораторий (456 млн. рублей), мебель (30 млн. рублей). Инвестиции в лабораторную инфраструктуру были ограничены санкциями, что привело к снижению затрат

на оборудование и ПО на 26% по сравнению с 2021 годом. Продолжалась реализация программы строительства. Вместе с тем, сроки строительства ряда лабораторий были перенесены на 2023 год в связи с изменениями в графике платежей Фонда «Сколково» в первом и втором кварталах 2022 года. Строительство лабораторий финансируется за счет гранта Фонда «Сколково».





Фонд целевого капитала

Фонд целевого капитала (ФЦК) создан в целях повышения финансовой независимости и обеспечения Сколтеха ресурсами для реализации Стратегии. Основной целью инвестиционной политики ФЦК является надежность, ликвидность, доходность и диверсификация инвестиций. Управление активами Фонда осуществляется управляющей компанией «Альфа Капитал» и управляющей компанией «ВТБ Капитал Управление активами». Согласно инвестиционной

декларации, утвержденной Правлением ФЦК, инвестиции могут осуществляться в государственные облигации Российской Федерации, российские корпоративные облигации и в российских рублях в государственных банках.

Чистые активы ФЦК по состоянию на 31 декабря 2022 года составляют 4 929 млн. рублей против 4 634 млн. рублей на 31 декабря 2021 года. В портфеле ФЦК следующие активы:

| Чистые активы | ИТОГО | |
|---|--------------|-------------|
| | млн. руб | % |
| Государственные облигации | 571 | 12% |
| Корпоративные облигации | 4,358 | 88% |
| Денежные средства и их эквиваленты | 0 | 0% |
| Прочая дебиторская/кредиторская задолженность | 0 | 0% |
| ИТОГО | 4,929 | 100% |



На 31 декабря 2022 года структура инвестиционного портфеля ФЦК показывает, что доля корпоративных облигаций составляет 88% от общего портфеля, государственных облигаций – 12%, в тех же пределах, что и в 2021 году. Денежные средства в банке и другие активы и пассивы составляют менее 1% в общем объеме портфеля.

На финансовые рынки в России повлияла внешняя и внутренняя политическая ситуация, что создало сложные условия для инвестиций. Благодаря консервативной инвестиционной стратегии события на фондовом рынке не оказали влияния на доходность

инвестиционного портфеля ФЦК. Инвестиционная стратегия основана на инструментах сроком с дюрацией менее 1 года для снижения высоких рисков на финансовых рынках. Краткосрочные облигации со сроком погашения в 2022 году были реинвестированы в облигации с более высокой доходностью.

К 31 декабря 2022 года годовая рентабельность инвестиций в 2022 финансовом году составила 10,15%, что значительно превысило годовую рентабельность 2021 года на 6,6 процентных пункта: доход в размере 458 млн. рублей против 163 млн. рублей в 2021 году.

| | 2021 | 2022 | Изменение |
|--|-------|--------|-----------|
| Годовой доход от инвестиционной деятельности | 163 | 458 | 295 |
| Годовой доход % | 3.52% | 10.15% | 6.63% |





Кампус



Современный кампус Сколтеха площадью 134 000 кв. метров расположен в ИЦ Сколково, имеет быстрое транспортное сообщение с центром Москвы. Концепция кампуса, разработанная швейцарским архитектурным бюро Herzog & de-Meuron, включает современные пространства для образования, исследований, развития сообщества.

В части программы строительства кампуса и создания лабораторной инфраструктуры, отдельные лаборатории Центра энергетических технологий и Центра молекулярной и клеточной биологии были

перемещены в кампус. Также разработаны дизайн-концепции таких элементов, как Музей виртуальной реальности Колмогорова, Стена выпускников, входная зона, столовая.

С учетом уникального опыта Сколтеха в проектировании и управлении современным кампусом, команда Департамента строительства и эксплуатации кампуса была приглашена в Челябинск для участия в проекте по проектированию кампуса мирового уровня. Работа команды получила высокую оценку регионального Правительства и Министерства образования.



Сколковский институт
науки и технологий
Большой бульвар, д. 30с1
Москва, Россия 121205
Тел: +7 (495) 280 14 81
skoltech.ru

Отчет утвержден решением Попечительского совета
Сколтеха от 17.04.2023. Информация, содержащаяся
в отчете, корректна и актуальна по состоянию на
30.12.2022. Подписано в печать в сентябре 2023 г.
Сколтех оставляет за собой право на внесение
изменений и дополнений в настоящий отчет.