

Alma Mater

Газета Томского
государственного
университета

26 ноября 2024 года

№ 9 (2676)

ЛУЧШИЕ
ПРАКТИКИ ТГУ



Вячеслав Гойко,
заведующий
лабораторией ТГУ:

ИИ и большие данные
выделены как *стратегические*
технологии для нашей страны.
И ТГУ *активно* участвует
в их развитии.

7.

Бактерии под землей

*Биологи ТГУ открыли
ранее неизвестные
микроорганизмы*

8.

Мегагрант для мегасайенс

*Декан ФФ рассказал
о новом проекте ТГУ*

14.

За кулисами Эрмитажа

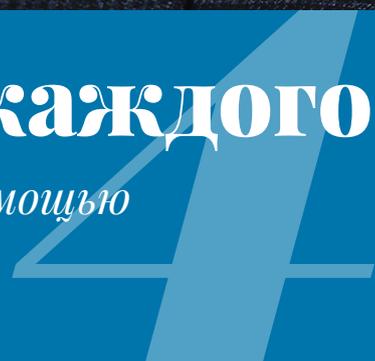
*Студентка ФИПН
прошла практику
в Санкт-Петербурге*

Фото:
Сурен
Захаров

12+

ИИ для всех и для каждого

*Как ТГУ решает практические задачи с помощью
искусственного интеллекта*



Дорогие преподаватели!

19 ноября, в день рождения Михаила Ломоносова, мы отмечаем День преподавателя высшей школы. Это все еще молодой праздник, традиции которого пока формируются. И кто, как не мы сами, можем их создать? Гордое звание преподавателя объединяет в себе и стремление к прогрессу, и приверженность неизменным ценностям.

Пусть же одной из новых традиций празднования этого дня станет выражение благодарности своему учителю: тому, кого каждый из нас может назвать наставником, научным руководителем.

Спасибо вам, уважаемые преподаватели!

Президент наградил руководителя клуба СКАТ ТГУ

Президент России Владимир Путин наградил медалью ордена «За заслуги перед Отечеством» II степени Вадима Жданова, руководителя любительского объединения – центра подводной деятельности «Клуб СКАТ ТГУ».

Вадим Валерианович Жданов – заслуженный работник физической культуры РФ, мастер спорта СССР, судья международной категории, доцент, кандидат физико-математических наук. Он награжден за достигнутые трудовые успехи и многолетнюю добросовестную работу.

ТГУ откроет центр тестирования РКИ в Китае

Томский госуниверситет с рабочим визитом посетила делегация из Шэньянского политехнического университета. В ходе заседания правления Института Конфуция обсуждалось открытие совместных образовательных программ и расширение сотрудничества по другим направлениям. В частности, планируется открыть Центр тестирования русского языка в провинции Ляонин.

Наши университеты имеют долгую историю сотрудничества, но мы считаем, что у нас есть возможности для развития отношений. У нас растет количество студентов, изучающих русский язык, поэтому открытие центра тестирования русского языка будет очень своевременным. Вместе с тем мы надеемся, что наши выпускники, магистранты и аспиранты, смогут продолжить свое обучение в ТГУ, – сказал проректор по учебной работе и международным связям ШПУ Шу Цилинь в ходе встречи делегации с ректором ТГУ Эдуардом Галажинским.

Во время совещания на базе Института Конфуция также обсуждались детали возобновления программ двойных дипломов по китайской филологии и химии, запуск нескольких новых курсов. В частности, планируется запуск курса профессиональной подготовки по преподаванию китайского языка как иностранного,



курса повышения квалификации по китайскому языку делового общения, программы повышения квалификации на русском языке для сотрудников предприятий, работающих или планирующих начать работу с Китаем, а также ведущих внешнеэкономическую деятельность.

Наряду с продвижением китайского и русского языков стороны договорились о расширении научного взаимодействия и разработке дорожной карты, в которой будут прописаны разные направления сотрудничества.

ТГУ выиграл грант на создание Центра инженерных разработок

На грант министерства промышленности и торговли РФ на базе химического факультета будет открыт Центр инженерных разработок «Химические технологии и аппараты». Общий объем гранта составляет 300 миллионов рублей. Срок реализации проекта – шесть лет.

– Деятельность создаваемого на базе ТГУ Центра инженерных разработок «Химические технологии и аппараты»

будет связана с выполнением инжиниринговых, научно-исследовательских, опытно-конструкторских работ для критически важных отраслей нашей страны, таких как химическая, фармацевтическая, электронная промышленность, строительство и так далее. Необходимость выполнения этих работ связана с заказом как от государства, так и от предприятий. И этот же запрос отражен в сформированных направлениях в рамках действующего национального

проекта «Новые материалы и химия», а также в обновленном указе президента РФ по утверждению приоритетных направлений научно-технологического развития, – сообщил и.о. декана ХФ ТГУ Алексей Князев.

ЦИР «Химические технологии и аппараты» будет работать с реальным заказом кластера промышленных предприятий, в который входят ведущие производители химической, нефтехимической и электронной продукции.

Молодежь в приоритете

На форуме в ТГУ обсудили механизмы подготовки студентов для рынка труда

Яна
Пчелницова

7–9 ноября в Томском госуниверситете прошел III Томский международный форум «Преобразование образования».

В мероприятиях приняли участие представители Минобрнауки и Министерства труда и соцзащиты РФ, руководство Ассоциации классических университетов России, руководители четырех ФУМО – по экономике, юриспруденции, физике и химии, а также пилотные университеты, ведущие российские вузы и компании-работодатели.

Третий год подряд Институт образования ТГУ при поддержке Минобрнауки РФ организует томский форум «Преобразование образования». В 2024 году мероприятие получило статус международного: к работе площадок подключились исследователи из Бразилии, Китая, Испании, Эфиопии и Колумбии.

Работа форума была построена по нескольким трекам. Основной трек, связанный с механизмами обеспечения ускоренного выхода на рынок труда, открыл министр науки и высшего образования РФ Валерий Фальков. Он рассказал о текущих задачах по дальнейшему развитию системы высшего образования.

– Мы должны обеспечить ускоренный выход на рынок труда не только тем выпускникам, которые заканчивают университет. Сейчас мы вместе с пилотными вузами и ведущими университетами ищем и реализуем конкретные решения, чтобы предоставить возможность быть активными участниками рынка труда студентам уже со 2-3-го курсов. Площадки, подобные томскому форуму, воспринимаются в этом контексте не просто как академические мероприятия, но как точки сборки конкретных предложений по механизмам измене-

ний. И часть ваших предложений мы готовы сразу использовать в практике, – подчеркнул министр.

Спикеры экспертной панели «Ускоренный выход молодежи на рынок труда: задачи, проблемы, решения» обсудили, насколько рынок труда ждет молодежь и готов ли с ней работать, какие институциональные форматы ускорения выхода на рынок труда заложены в новой модели высшего образования, какая экосистема поддержки профессионализации и построения карьеры может складываться в регионе, таком как Томская область, а также вопрос о роли университетов в подготовке специалистов под текущие запросы работодателей.

– Разговор про рынок труда актуализирует вопрос о важности университета в процессе подготовки специалистов. Если смотреть на структуру вакансий, то там большинство – это рабочие профессии. Можно делать профпереподготовку, развивать колледжи. Но у лидеров отрасли, и мы это видим, существует

огромный запрос на сложные виды деятельности, где подготовка профессионала занимает восемь лет и больше. И здесь как раз роль университета наиболее важна. Вузам нужно определяться с моделями подготовки, учитывая все отраслевые трансформации и запросы рынка. ТГУ как участник пилота экспериментирует в этом направлении, взаимодействуя с лидерами отрасли, разрабатывая фундаментальное ядро подготовки, дополняя его индивидуализацией и исследованиями на основе анализа больших данных, – отметил Эдуард Галажинский.

Второй трек форума был посвящен изменению принципов работы преподавателей. На третьем треке – исследовательском – социологи, психологи, педагоги, специалисты по «нейро» обсудили, какие личностные, психофизиологические дефициты мешают молодежи в раннем возрасте стать членом профессионального коллектива и какие инструменты развития можно задействовать, чтобы студент продуктивно двигался в этом направлении.



Вековая история ИИ в ТГУ

От вычислительного бюро до Института анализа больших данных и ИИ

Елена
Фриц

В то время как общество активно дискутирует о вреде и пользе ИИ, ученые внедряют искусственный интеллект в рабочие процессы. Заведующий научно-исследовательской лабораторией прикладного анализа больших данных ТГУ Вячеслав Гойко рассказал в интервью Alma Mater, как ИИ анализирует жалобы людей, помогает формировать рейтинг университетов и составлять новые образовательные программы, способствуя повышению конкурентоспособности выпускников ТГУ.

ИИ «РОДИЛСЯ» В ПРОШЛОМ ВЕКЕ
– Вячеслав, давайте начнем с определения. Сформулируйте, пожалуйста, что такое искусственный интеллект?

– Я буду говорить про искусственный интеллект и про большие данные. То есть здесь вот эта спайка, сам искусственный интеллект без данных невозможен. На каких-то данных вы этот искусственный интеллект должны обучать. В первую очередь искусственный интеллект – это алгоритм, который помогает в принятии решений, либо автоматизирует рутинные операции. Есть еще общий или сильный ИИ, про разработку которого многие говорят, в теории он будет превосходить человека в когнитивных способностях, именно про него часто снимают фильмы. Мы же сейчас говорим про искусственный интеллект, который не является творцом. Он – инструмент. Настолько умный, насколько вы его обучили.

– Раз речь зашла про отношения ИИ и человека, то насколько люди объективно представляют, что такое искусственный интеллект, и как к нему относятся?

– У Института человека РОМИР есть большое исследование на эту тему –

““

Почти вековая история развития школы анализа данных в ТГУ заложила мощный фундамент для современных достижений университета.



отношение разных групп населения к ИИ. Это августовские данные, итоги опроса 2700 респондентов. Результаты показывают, что мы – россияне – одна из наций, которая лучше всего осведомлена об ИИ.

– В чем заключается осведомленность?

– Россияне имеют представление об ИИ. Кто-то встречался с этим в интернете, кто-то использует некоторые продукты на основе ИИ, например, ChatGPT или GigaChat.

Самое интересное, что поколение Z чаще всего выбирает российские решения в области генеративного искусственного интеллекта. И вообще, если посмотреть, кто его использует, то большая часть, а это почти 42 процента, – это поколение Z.

А если брать старшее поколение, то здесь мы увидим лишь 11 процентов тех, кто пользуется ИИ, то есть довольно существенный разрыв. Молодые ребята против регулирования искусственного интеллекта, они выступают за его широкое проникновение в различные сферы жизни, а старшее поколение (50+) меньше его использует и часто хочет его ограничить. Причины для недоверия у людей самые разные. Например, в университетах и образовательных организациях многие преподаватели опасаются, что ИИ их заменит, они станут ненужными.

– Тем не менее сейчас ИИ развивается не просто динамично, а стремительно. За счет чего?

– За счет тех самых больших данных, о которых я говорил в самом начале. Вообще,

ИИ на примере нейросетей – это очень старая технология. Так, простейшая нейронная сеть – однослойный перцептрон – была разработана в 1950-е. В нашей стране нейросети начали применять для распознавания текста еще в 90-е годы прошлого века, в прошлом году исполнилось 30 лет первой российской коммерческой технологии распознавания текста OCR Tiger.

Бурный всплеск развития нейронных сетей произошел после 2007–2008 годов. Дело в том, что тогда случились три важные вещи. Во-первых, появились смартфоны. Примерно в это же время были созданы первые социальные сети, социальная сеть ВКонтакте была запущена в 2006 году. Соцсети и смартфоны – это огромные источники данных о человеке, его поведении. А третий аспект – это очень дешевое хранение. В тот момент жесткие диски стали существенно дешевле, и стало возможным все это накапливать, хранить и обрабатывать. И вот на этом многообразии данных та самая технология начала работать совершенно иначе, решая гораздо больше задач. Прошло еще немного времени, и вычислительные мощности, необходимые для запуска подобных алгоритмов, стали доступнее. Ваши смартфоны уже могут выполнять многие операции и часто имеют специальный чип, выполняющий вычисления для нейронных сетей.

НУЖНО ЗНАТЬ, ГДЕ ИСКАТЬ

– С 2016 года в ТГУ появился большой спектр проектов на основе больших данных и технологий ИИ. Где вы берете большие данные, и какие именно задачи они помогают решать?

– Из разных СМИ, блогов и так далее. Это первый тип данных. Второй тип данных, которые мы используем, извлекается из соцсетей. Для этого нами разработан и запатентован собственный алгоритм сбора. Третий тип данных – это научные публикации. Раньше мы работали с базами Scopus, Web of Science, сейчас это, к сожалению, технически стало тяжело, но мы работаем с базой Open Alex, где размещено более 245 миллионов научных статей в открытом доступе. Плюс мы собираем большие данные из различных открытых источников, таких, как тематические сайты, всевозмож-



Вячеслав Гойко и заместитель министра науки и высшего образования Ольга Петрова на форуме «Открытые данные».

ные сайты-отзовики, Википедия и другие.

Еще один источник данных – это сайты-агрегаторы вакансий, HH, «Работа в России», Superjob. Источники больших данных мы обычно выбираем под задачу. Например, для расчетов показателей московского международного рейтинга «Три миссии университета» мы используем данные о выпускниках университетов из интернет-энциклопедии Википедия. Этим мы занимаемся с 2017 года по заказу рейтингового агентства «РАЭК Аналитика».

На базе информации, собранной в социальных сетях, реализуем ряд проектов. Один из них – для Координационного центра при правительстве Российской Федерации. Этот проект направлен на автоматизацию обработки обратной связи от населения по здравоохранению. Все отзывы и жалобы теперь автоматически раскладываются по разным категориям, например, оказание скорой медицинской помощи, диспансеризация, лекарства и их доступность и так далее.

– То, что ИИ может переварить большой массив данных, сомнения не вызывает, но насколько эти данные объективны? Можно ли им доверять?

– Это вполне подходящий материал для оценки. В большинстве социологических опросов участвует в лучшем случае три-пять тысяч человек, а у нас данные 50 000 000 пользователей. Это уже вносит некоторый эффект масштаба и полноты данных, плюс наши данные неактивные, мы не задаем тот или иной вопрос, а анализируем живое обсуждение. Конечно, есть свои особенности, так, соотношение негатива к позитиву в соцсетях в среднем 5 к 1. Соцсети – это большая жалобная книга, и на это нужно делать поправку.

ИИ ИЩЕТ ТАЛАНТЫ

– Один из самых знаменитых проектов ТГУ на основе ИИ – это поиск абитуриентов. Расскажите о нем.

– Этот проект мы сделали с Артёмом Фещенко из ИДО ТГУ. Казалось бы, сама задача очень простая – взяли аккаунт человека, посмотрели на его подписки и увидели, что там часть подписок по математике, часть по программированию. Значит, его следует приглашать в Высшую IT-школу или в ИПМКН. Но когда у вас таких пабликов в ВК более 300 миллионов, вручную перебрать их не представляется возможным. Как раз

Продолжение на стр. 6 ►

◀ Начало на стр. 4

для классификации этих пабликов мы использовали алгоритм обработки естественного языка. То есть наши эксперты обучили алгоритм, чтобы он мог различать, где математика, физика, история и так далее. И потом ИИ заходил в паблик, выкачивал немножко данных и классифицировал их, а мы уже из этой базы смотрели, кто есть кто. И с теми, кто больше всего подходил ТГУ, начинали персонально работать.

Ну и, пожалуй, один из самых известных наших проектов – это онлайн-платформа «РосНавык», появившаяся в 2022 году. Многим выпускникам, когда они устраиваются на работу, говорят: «Забудь все, чему тебя учили в университете». Работодатель начинает обучать под себя. Чтобы такого не возникало, необходимо стыковать образование и рынок труда. А как сделать, чтобы любой преподаватель или методист, любой руководитель образовательной программы мог эти данные о требованиях получать?

Для этого команда разработчиков компании «Академия Data-diving» и специалисты ТГУ создали аналитическую платформу «РосНавык» для анализа вакансий в России. Мы написали алгоритм, который анализирует более 30 миллионов вакансий на разных сайтах. Анализ, проведенный ИИ, дает объективную оценку рынка труда и понимание запросов работодателей. Эта информация позволяет корректировать образовательные программы в университетах, чтобы их выпускники были максимально конкурентоспособны.

Этот подход мы апробировали при создании совместной магистратуры с Яндекс. Это первая магистерская программа в стране, полностью собранная на основе анализа больших данных. Сейчас мы этот опыт активно внедряем в рамках пилотного проекта по совершенствованию системы высшего образования России, в котором участвует ТГУ. Одна из глобальных задач этого проекта – синхронизация рынка труда и образования. ИИ в этом смысле выступает хорошим помощником.

Мы сейчас методологически помогаем факультетам со сборкой новых пилотных программ. Например, ФИТ



Фото предоставлено Вячеславом Гойко.

В разработке концепции Института анализа больших данных и ИИ участвовал Василий Марулёв, директор Вычислительного центра ТГУ с 1968 по 1993 год.

и ФТФ пересобрали программу по баллистике, где ребята теперь учатся проектировать и собирать беспилотники. В то же время по ходу обучения они получают микроквалификации, которые помогают им выйти на рынок труда уже в студенчестве. Таким образом, они подрабатывают не в магазине или доставщиками еды, а по специальности, получая при этом дополнительные профессиональные навыки. Сейчас этой платформой пользуются 10 тысяч человек, которым ИИ помогает проектировать востребованные образовательные программы и ориентироваться на рынке труда.

ИИ ДЛЯ ВСЕХ И КАЖДОГО
– Вы обучаете большое количество людей на цифровой кафедре. Зачем им всем нужен искусственный интеллект?

– Да, у нас две цифровые программы: «Аналитика данных» и «Специалист в области ИИ и машинного обучения», на которых обучается почти 1500 человек. Кафедру «Аналитика данных» мы запускаем уже третий год, в этот раз спрос на нее вырос почти в два раза. Но настоящий фурор произвел набор на программу по ИИ, которая содержит в себе три трека. Один из них для технарей, которые хотят программировать. Второй – для аналитиков. Третий трек для тех людей, которые хотят погрузиться в анализ данных, но боятся программирования, при этом они могут заниматься другим, например, размечать данные для машинного обучения.

Мы выгрузили 95000 вакансий, размещенных с мая 2022 года. Они содержат запрос на навыки и компетенции в области искусственного интеллекта. Оказалось, что можно выделить две группы вакансий. Первая – это айтишники-разработчики, а другая группа вакансий, которая очень быстро растет, – пользователи искусственного интеллекта. Это самые разные люди по профессии, от помощников руководителя до художников, которые умеют пользоваться ИИ. Как показывают данные, по выходу с цифровой кафедры, не имея опыта работы, такие люди будут получать схожую зарплату с айтишниками. Если психолог, филолог, социолог и другие получат дополнительную квалификацию, то они станут очень востребованы на рынке.

– Вячеслав, последний вопрос. В начале декабря планируется открытие Института анализа больших данных и искусственного интеллекта. Расскажите коротко о его концепции. Чем будут заниматься его сотрудники?

– Искусственный интеллект и большие данные выделены как стратегические технологии для нашей страны. И ТГУ, как один из ведущих университетов в этой области, активно участвует в развитии этих технологий. Почти вековая история развития школы анализа данных в ТГУ, начавшаяся с создания вычислительного бюро в 1930 году, заложила мощный фундамент для современных достижений университета. Кроме того, созданный по инициативе ТГУ Университетский консорциум исследователей больших данных и включающий 77 университетов из пяти стран мира, является крупнейшим профильным сообществом по аналитике данных и ИИ.

Новым этапом развития станет создание специализированного института на базе лаборатории и суперкомпьютерного центра ТГУ. Институт будет решать инженеринговые задачи и выступать экспертно-аналитическим центром в области больших данных и прикладного ИИ. Растущий запрос реального сектора на технологии и аналитику, а также перспективные направления, такие как ИИ в физике или разработка рейтингов на основе ИИ, открывают широкие возможности для дальнейшего развития нового института.

Бактерии под землей

Ученые ТГУ открыли ранее неизвестные микроорганизмы

Родион
Коротков

Биологи ТГУ при помощи генетических методов обнаружили участки генома, а затем смогли выделить ранее неизвестные бактерии класса *Limnochordia*. До сих пор был известен только один представитель лимнохорды, найденный японскими учеными в озере. Новые микроорганизмы микробиологи ТГУ выделили из проб, взятых в глубинных скважинах минеральной воды в Чажемто и Белокурихе.

Особенностью бактерий, которые нам удалось найти и выделить, является кислородное дыхание под землей на большой глубине, — объясняет заведующая кафедрой физиологии растений, биотехнологии и биоинформатики БИ ТГУ Ольга Карначук. — Долгое время считалось, что на глубине двух-трех километров не может быть кислорода, поскольку там нет света и нет фотосинтеза, дающего O_2 . Но около 10 лет назад был открыт так называемый «темный» кислород, производимый микроорганизмами без участия растений. Как выяснилось, наши бактерии могут дышать именно им.

Два новых рода бактерий, представляющих новое семейство, ученые нашли при помощи метагеномного анализа. Из проб подземной воды, взятой из скважины в селе Чажемто Томской области, была получена геномная информация о подземных обитателях. Анализ, проведенный биоинформатиками ФИЦ Биотехнологии РАН, показал, что в сообществе присутствует неизвестный микроорганизм, у которого есть маркер кислородного дыхания, и что находка с высокой долей вероятности принадлежит к классу *Limnochordia*. Однако доля этого микроба в сообществе составляла всего 0,37%.

— Когда геном был собран, мы поставили задачу выделить бактерии. Они начали расти на кислороде,



— рассказывает Ольга Карначук. — Затем мы выяснили, что эта бактерия может «дышать» серой, а также перестраиваться на анаэроб-

ный тип дыхания, когда для получения энергии бактерии используют органические соединения, образуемые другими организмами. Геохорды (так назвали новое семейство, от греческого гео

— Земля), могут также питаться водородом и угарным газом, образующимися в горячих глубинах Земли. То есть бактерии обладают большой вариативностью и могут подстраиваться под разную среду обитания. Такая «всеядность» помогает существовать где угодно. «Молекулярные подписи» геохора находят и в разных отходах сельского хозяйства, и в

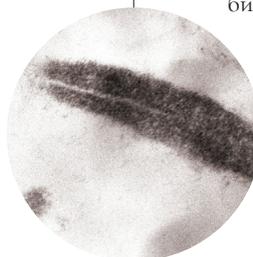
месторождениях, где горящий уголь образует угарный газ.

По словам ученых, скорее всего, у выявленных бактерий есть биотехнологическое значение. На оболочке клеток обнаружены нити, которые, возможно, могут передавать электроны, выполняя роль «нанопроводов». Это позволит использовать бактерии при создании микробных топливных элементов — альтернативного источника энергии. В таких топливных элементах можно использовать компост и отходы для генерации электричества, одновременно решая проблему утилизации мусора.

Добавим, что на счету ученых кафедры физиологии растений, биотехнологии и биоинформатики БИ ТГУ — целый ряд открытий, касающихся новых микроорганизмов. Именно им удалось обнаружить и культивировать в лаборатории бактерию, за которой долго «гонялись» исследователи всего мира. Статья об этом представителе подземной биосферы была опубликована в журнале *ISME* издательской группы *Nature*.

Несмотря на то, что исследователи разных стран изучают микромир с помощью новых технологий, сегодня известна лишь малая часть — не более пяти процентов микроорганизмов, населяющих планету. Поэтому поиск, изучение и описание новых микроорганизмов является одной из наиболее актуальных задач микробиологии.

Эти работы поддерживаются в России на уровне государства. Сейчас сотрудники кафедры физиологии растений, биотехнологии и биоинформатики БИ ТГУ при поддержке гранта РНФ реализуют проект «Культивирование, характеристика физиологии и геохимической активности трудно культивируемых экстремофильных бактерий».



Мегагрант для мегасайенс

Сергей Филимонов рассказал о новом проекте ТГУ, реализуемом при поддержке правительства РФ

Елена
Фриц

Ученые ТГУ выиграли мегагрант правительства РФ на реализацию научного проекта в области физики высоких энергий. Одна из ключевых задач – перенести международный опыт, полученный в ЦЕРН и в других проектах, на российский адронный суперколлайдер NICA. Декан ФФ ТГУ, заведующий лабораторией анализа данных физики высоких энергий Сергей Филимонов рассказал в интервью Alma Mater, как молодые ученые ТГУ учатся делать большую науку и почему трудный путь интереснее легкого.

ОПЫТ НЕ КУПИШЬ, НО МОЖНО ЗАРАБОТАТЬ

– Сергей Николаевич, как родилась идея проекта и как удалось выиграть полмиллиарда на его реализацию?

– Наверное, начать нужно с программы правительства РФ, в рамках которой проходил конкурс проектов на поддержку мегагрантов. Суть программы – сотрудничество российских научных коллективов с учеными мирового уровня, имеющими большой опыт работы в международных проектах. При этом обязательное условие для участия в проекте – готовность ученого с мировым именем переехать жить и работать в Россию, чтобы развивать дальше науку здесь, опираясь на местные ресурсы. Ведущий ученый нашего проекта – один из главных экспертов в области моделирования взаимодействия излучения с веществом Владимир Иванченко.

Отчасти его решению вернуться в Россию помогли не очень радостные обстоятельства и события, в частности то, что 30 ноября текущего года заканчивается соглашение о сотрудничестве РФ и ЦЕРН. Часть российских ученых перестанет участвовать в экспериментах коллаборации,



соответственно, они задумываются о том, где продолжить свою работу.

В этом смысле наш проект оказался очень своевременным, потому что его идея – она не только про науку, она еще и про то, чтобы экспертный опыт, накопленный в крупных международных проектах, перенести в Россию.

Тем более в нашей стране в физике высоких энергий сейчас происходит много интересного, появляются

установки мегасайенс, открывающие потрясающие возможности для новых научных экспериментов. Прежде всего, это суперколлайдер NICA (Nuclotron based Ion Collider fAcility) в Дубне, технический пуск которого был объявлен в этом году, а также источник синхротронного излучения СКИФ, строительство которого идет полным ходом под Новосибирском.

У наших соседей в Новосибирске – Института ядерной физики СО РАН – тоже очень интересная экспериментальная программа, и одно из научных направлений проекта напрямую связано с сотрудничеством с ИЯФ.

Для успешной реализации проекта на базе нашего университета есть прочная основа. Во-первых, это высочайший уровень фундаментального физического образования в ТГУ, позволяющий привлечь к выполнению проекта очень перспективных студентов. А во-вторых – накопленный с 2017 года опыт участия в экспериментах на Большом адронном коллайдере. Сначала это был эксперимент ATLAS, потом эксперименты TOTEM и CMS. Постепенно сложилась группа исследователей, глубоко погруженных в тему. У них и у физического факультета ТГУ есть желание это направление развивать дальше.

– Какие задачи в рамках нового проекта будут решать ученые ТГУ?

– В нашем проекте несколько взаимосвязанных научных направлений, напрямую касающихся суперколлайдера NICA и экспериментов в области физики элементарных частиц. В их числе – моделирование

детекторов частиц, анализ больших данных в экспериментах, разработка новых суперэффективных методов анализа данных с использованием ИИ и машинного обучения.

Также мы занимаемся разработкой электроники сбора данных для детекторов частиц. Это то, в чем мы имеем серьезный опыт и с чем в свое время заходили в ЦЕРН. Этот опыт будет востребован и в экспериментах на коллайдере NICA.

Еще одно направление – применение инструментов и технологий, используемых в физике высоких энергий для решения задач в самых разных прикладных областях, например, в нефтяной и газовой промышленности, в радиационной медицине и так далее.

И, наконец, еще одна задача проекта – это подготовка специалистов для работы в новых научных мегасайенс-проектах в России. Для этого мы уже со следующего учебного года запускаем новую программу бакалавриата «Цифровая физика: анализ данных физики высоких энергий и моделирование сложных систем». Нам предстоит не только создать новые образовательные курсы, но и набрать хороших студентов на программу. Задача не из легких.

– Почему сложно набрать студентов? Потому, что физику в школах преподают плохо? Или потому, что у школьников не особенно популярна исследовательская деятельность?

– И то, и другое. Во-первых, в школах сейчас очень мало учителей физики, которые по-настоящему любят свой предмет, способных заинтересовать детей, влюбить их в физику. Во-вторых, многие родители сегодняшних старшеклассников выросли в 90-е, когда наука была в плачевном состоянии, и у них с тех пор сформировался стереотип, что ученые либо сидят без работы, либо очень плохо зарабатывают и обрекают себя и свою семью на жалкое существование.

На самом деле все давно изменилось. Например, в нашу лабораторию мы принимаем на работу студентов и платим им достойную зарплату. Правда, для студентов, претендующих на то, чтобы стать полноправными сотрудниками лаборатории, есть одно важное условие – хорошо учиться.



Более половины коллектива лаборатории – молодые ученые.

Основными партнерами нашего проекта выступают Объединенный институт ядерных исследований (Дубна) – крупнейший центр мирового уровня в области ядерной физики и физики элементарных частиц, который объединяет сотни ученых из более 30 стран мира, – и Институт ядерной физики СО РАН (Новосибирск). Поэтому наши студенты должны научиться работать не только в составе своего коллектива, но и в составе большой научной группы, в которой работают люди из разных стран, с разным менталитетом и культурой. Это очень важно.

РАСТЕМ ВМЕСТЕ С КОЛЛАЙДЕРОМ – Коллайдер NICA часто сравнивают с Большим адронным коллайдером, называя БАК старшим братом. В чем они схожи и в каких экспериментах вы планируете участвовать?

– Называть БАК старшим братом NICA не совсем правильно. Действительно, БАК превосходит российский коллайдер по размерам, но у суперколлайдера NICA другие возможности и другие задачи. БАК создавался в первую очередь для поиска бозона Хиггса, проверки и уточнения Стандартной модели физики элементарных частиц и поисков физики за

пределами этой модели. С помощью NICA планируется воссоздать и исследовать кварк-глюонную плазму – то особое состояние вещества, в котором пребывала наша Вселенная даже не в первые секунды, а в их десятилетияльные доли после Большого Взрыва.

Исследования будут проводиться на двух детекторах – MPD (Multi-Purpose Detector) и SPD (Spin Physics Detector). MPD будет использоваться для изучения свойств плотной барионной материи. Детектор SPD предназначен для проведения экспериментов по спиновой физике. И к этому мы имеем непосредственное отношение.

Например, студенты лаборатории Андрей Бернгардт и Дмитрий Ерофеев разрабатывают электронику сбора данных для эксперимента SPD. Без преувеличения, оба – с «золотыми» руками и «золотыми» мозгами. Сложность задачи в том, что самой электроники, даже плат контроллеров и процессоров, еще нет, но есть понимание, как эта электроника должна работать. Кто-то должен ее придумать и сделать.

Продолжение на стр. 10 ►



Фото предоставлено Сергеем Филимоновым.

Сергей Филимонов и Ирина Шрайбер в Дубне.

◀ Начало на стр. 4

Вот именно этим занимаются наши ребята, конструируют эту плату, программируют чип для того, чтобы он функционировал так, как нужно. Задачи, которые они решают – это возможность оставить свой след в науке и истории, это тоже вдохновляет.

Для нас работа на отечественном суперколлайдере интересна еще и потому, что в случае с БАК мы присоединились к действующему эксперименту. А проект NICA еще только начинается: установка создается, детектор проектируется. У нас есть уникальная возможность включиться в работу с самого старта – от пустых залов до полностью оборудованных и наполненных электроникой.

– Но ведь этот путь сложнее?

– Безусловно! Но он и интереснее! Вот, к примеру, наш ведущий научный сотрудник Ирина Шрайбер в свое время прошла похожий путь с экспериментом CMS. Вместе с коллегами она монтировала оборудование, подключала массивные кабели к электронике и решала множество технических задач для эксперимента с самого его основания. Для нас, особенно для молодых исследователей нашей лаборатории, пройти такой путь с NICA – значит получить бесценный опыт, который в будущем поможет реализовать новые масштабные проекты.

Этика в сфере ИИ

В ТГУ утвердили политику использования ИИ в образовательном процессе

Ирина
Костина

Сейчас в России нет законодательной нормы, ограничивающей или запрещающей применение искусственного интеллекта. Поскольку сделать это на данном этапе технологического развития невозможно, в ТГУ решили воспользоваться гибким инструментом регулирования, который задает рамку применения ИИ в образовательном процессе.

Политику использования ИИ в образовательном процессе ТГУ разработали сотрудники Центра науки и этики ТГУ и Сибирского (Томского) центра изучения искусственного интеллекта. Утвердил положения документа ученый совет университета.

В России действует национальный Кодекс этики в сфере ИИ, подписанный в 2021 году. ТГУ присоединился к кодексу в 2022 году и развивает его принципы и основные приложения в соответствии со спецификой и стратегическими приоритетами своей деятельности, в том числе применительно к образовательной деятельности.

– Основополагающие принципы принятой политики использования ИИ отражают еще и миссию университета, соответствуют программе его развития и тем ценностям, которые транслирует ТГУ. С одной стороны, мы движемся в сторону развития и использования технологий ИИ. Но при этом сохраняем то, что важно университету: традиционный подход, человекоцентричность, ориентированность на лидерство в образовательной деятельности, – подчеркивает директор Сибирского (Томского) центра изучения искусственного интеллекта и цифровых технологий Дарья Мацепуро.

С появлением утвержденной политики использования ИИ в ближайший год ТГУ планирует разработать механизм рассмотрения этических споров, связанных с применением искусственного интеллекта в образовательном процессе.

– Здесь нам важно, с одной стороны, сформировать свою базу кейсов и практик, в том числе неэтичного использования ИИ и рассмотрения этически спорных ситуаций. Соответственно, мы должны наработать и собственную методологию рассмотрения таких кейсов. Речь также идет и об использовании искусственного интеллекта для написания студенческих работ. Но, конечно, это не единственная сфера применения ИИ в образовательном процессе. К примеру, очевидно благо таких систем для упрощения рутинных процессов и работы с большими массивами данных, – рассказывает Дарья Мацепуро.

Политика использования ИИ адресована всем участникам образовательного процесса. Это и студенты, и профессорско-преподавательский состав, и административно-управленческий персонал, а также третьи лица, которые связаны с образовательной деятельностью университета. Их мнения по поводу того, для каких задач может использоваться искусственный интеллект, также были учтены при разработке политики.



Фото с сайта форума этики в сфере ИИ.

Охотники за грозой

Исследования ученых ТГУ помогут защитить людей и объекты от молний

Родион
Коротков

Глобальное потепление привело к увеличению частоты гроз с молниями и росту количества несчастных случаев. Чтобы выявить закономерности возникновения молний и территории с повышенной грозопоражаемостью, ученые ТГУ и Института мониторинга климатических и экологических систем СО РАН исследуют атмосферное электричество.

Изменение климата, а именно повышение температуры, приводит к большему испарению влаги. При поступлении в атмосферу образуются мощные конвективные облака, в которых формируются такие явления, как град, грозы, – поясняет профессор кафедры метеорологии и климатологии ИГФ ТГУ Валентина Горбатенко. – Существует статистика, подкрепленная европейскими исследованиями, согласно которой при повышении среднегодовой температуры на один градус количество молний в год возрастает на 10-12 процентов. В Томске до середины 1970-х годов среднегодовые температуры воздуха были отрицательными ($-0,5^{\circ}\text{C}$), а потом все чаще становились положительными. В последнее десятилетие среднегодовая температура составила $1,8^{\circ}\text{C}$.

Это привело к тому, что грозовые облака над регионом стали более мощными, конвективных ячеек становится больше, поэтому и молний в них формируется больше. Не последнюю роль в формировании конвективных облаков над регионом играет такой масштабный источник влаги, как Большое Васюганское болото.

По словам Валентины Горбатенко, факторов, которые влияют на количество молний, попадающих в то или иное место, очень много. Среди основных – особенности рельефа, наличие поблизости водоемов, проводимость грунта, наличие геологических разломов, которые являются зонами поступления в атмосферу радиоактивных газов и выступают дополни-



тельными проводниками молний, и другие факторы.

Сложность прогнозирования опасных конвективных явлений на территории Сибири заключается в отсутствии соответствующей приборной базы. Вместе с тем для понимания закономерностей функционирования Глобальной электрической цепи в атмосфере и построения точных прогнозов необходимо фундаментальное изучение ряда параметров атмосферного электричества. Первые эксперименты были начаты летом этого года в Горном Алтае в районе села Черга, где находится филиал ТГУ «Алтайское экспериментальное хозяйство».

– Во время экспедиции специалисты – одновременно сотрудники ИГФ

ТГУ и ИМКЭС – производили первые замеры атмосферного электричества на участках с разным рельефом, – рассказывает Валентина Горбатенко. – Это место выбрано не случайно, здесь нет искажения, обусловленного антропогенным фактором, например, наличием каких-либо предприятий. Очень важно получить фундаментальные данные об атмосферном электричестве, которые начаты в Горном Алтае. Поэтому надеемся, что начатые исследования будут финансово поддержаны.

Горный Алтай очень привлекателен для туристов, поэтому для этой территории в первую очередь необходима карта плотности грозовых разрядов. Также ее наличие позволит снизить риск попадания молний в объекты инфраструктуры, исключит строительство новых объектов в потенциально опасных местах.

Изучение атмосферного электричества, изменения тенденций грозовой активности важно и для предотвращения лесных пожаров. Например, в Горном Алтае, где довольно сухой климат, в последнее время чаще случаются сухие грозы, которые становятся причиной возгораний и гибели лесных массивов.

– Несмотря на то, что ежегодно есть жертвы, погибшие от удара молнии, люди часто недооценивают опасность грозы, – говорит Валентина Петровна. – Например, в такие моменты нельзя использовать на улице мобильный телефон. Любое устройство, создающее магнитное поле, может привлечь заряд, то есть телефон будет выступать как приемник.

Также опасно находиться вблизи водоемов и водотоков, прикасаться к одиноко стоящим деревьям. Лучше встать возле высокого вертикального отвеса или в нише-пещерах на расстоянии двух метров от стены.

Приманка для комара

Ученые нашли способ снизить заболеваемость малярией в Мали

Елена
Фриц

Международная группа ученых из России, Мали, Германии, Литвы, Израиля в течение нескольких лет проводит экспериментальные исследования по контролю численности популяции малярийных комаров в Мали. Исследователи нашли подход, который позволил в десять раз снизить численность переносчиков этого опасного заболевания.

В борьбе с малярией в мире достигнуты большие успехи, но, тем не менее, ежегодно ею заражаются сотни миллионов людей, сотни тысяч из них погибают. Самое большое количество жертв – среди детей дошкольного возраста, – говорит один из участников исследования ученых ТГУ и АлтГУ Роман Яковлев. – Особенно актуальна эта проблема для стран Западной Африки. В течение нескольких лет наша международная группа ученых проводит экспериментальные исследования в Мали. Идея проекта сформулирована инновационным центром контроля переносчиков малярии, действующим на базе Университета Бамако.

Один из методов, опробованных учеными, дал хороший результат, позволил в 10 раз снизить численность малярийных комаров – переносчиков возбудителя малярии от одного человека к другому. Суть подхода заключается в организации сети станций

в деревнях Мали. Там размещались ловушки, наполненные приманками в виде токсичного сахара.

– Всем комарам, в особенности, самкам, у которых экологическая нагрузка выше из-за того, что они воспроизводят потомство, помимо крови, требуется дополнительное питание в виде углеводов, – объясняет Роман Яковлев. – В природе комары питаются нектаром растений. В рамках эксперимента им был предложен другой «десерт» – токсичный сахар. Он, в отличие от традиционных методов, например, опыления инсектицидами, действует избирательно и не оказывает пагубного влияния на другие звенья экосистемы. В экспериментах принимали участие и добровольцы – жители деревень.

Как показал сравнительный анализ, в деревнях с ловушками численность комаров была намного меньше, чем в контрольных населенных пунктах,

где приманка не использовалась. Данные, полученные исследователями, лягут в основу рекомендаций, которые будет разрабатывать Всемирная организация здравоохранения.

Участники международной научной группы планируют перенести свои исследования в регионы Африки, где присутствуют другая сезонная активность комаров и другие виды комаров-переносчиков малярии.

Ученые ТГУ всесторонне исследуют проблему заражаемости малярией и пытаются решить ее с помощью разных подходов, в том числе используя генетические технологии. В исследованиях задействованы и ученые из африканских стран, среди них гражданин Мали, генетик Мохамед Кадер.

Одним из недавних результатов масштабных исследований, проведенных под руководством ученого ТГУ и Политехнического университета Вирджинии Игоря Шарахова, стал ответ на вопрос: когда и как в Сибири появились малярийные комары? Благодаря секвенированию генома более тысячи особей, принадлежащих к 13 видам малярийных комаров, генетикам удалось раскрыть загадку возрастом 20 миллионов лет.



Фото предоставлены Романом Яковлевым.



Старший администратор ЦК ТГУ Георгий Шахтарин демонстрирует сохранившиеся стенды с первой выставки.

И концерты, и конференции

Центр культуры ТГУ отметил 40-летие

*Владимир
Барков*

Здание ЦК ТГУ было построено по проекту архитектора Элеазара Дрейзина. Первым мероприятием стала Всероссийская биологическая выставка «Комплексное использование природных ресурсов», она прошла осенью 1984 года.

Выставка заняла все пространство, которое архитектор Дрейзин предусмотрел в своем проекте, – вспоминает старший администратор Центра культуры ТГУ Георгий Шахтарин. – В частности, весь танцевальный зал был занят экспозицией, а сцену пришлось переоборудовать под пленарные и секционные заседания. Порядка сотни разных образцов приехало в Томск со всей Российской

Федерации, почти столько же было и профильных специалистов.

В декабре 1984 года, после окончания выставки, в новом актовом зале прошел юбилейный концерт хоровой капеллы ТГУ к 25-летию творческого коллектива. Художественный руководитель капеллы Виталий Сотников сказал тогда в интервью университетской газете «За советскую науку»:

Фото из архива Научной библиотеки ТГУ.



Проект Центра культуры ТГУ, созданный архитектором Элеазаром Дрейзиным в 1969 году.

– Мне кажется, что воистину драгоценный подарок получило студенчество не только ТГУ, но и всего города. Здание великолепно по внутренней архитектуре, обладает прекрасными акустическими данными. Конечно, оно станет центром эстетического воспитания.

Проектирование Центра культуры – тогда он назывался актовым залом – началось в конце 1960-х годов. В сентябре 1984 года здание по проекту томского архитектора Элеазара Дрейзина было открыто. В нем появились концертный зал на 1000 мест, столовая на 500 мест и специальные выставочные пространства. При этом Дрейзин решил соединить его с главным корпусом университета.

Как рассказывал архитектор в интервью газете «Красное знамя», актовый зал устроен таким образом, что там можно проводить не только классические собрания, но и симфонические концерты, и просмотры широкоформатных кинофильмов. Все это благодаря специальному звукоизолирующему оборудованию и конструкциям, позволяющим трансформировать сцену.

Сегодня Центр культуры ТГУ – это большой multifunctional концертный комплекс, одна из лучших концертных площадок Томска. На сцене ЦК выступают известные исполнители и музыканты, звезды шоу-бизнеса и столичных театров. В колонном зале проходят университетские, городские, региональные и всероссийские образовательные конференции, программы и открытые лекции. Центр культуры ТГУ – это и любимые томичами музыкальные коллективы: хоровая капелла ТГУ, джаз-оркестр «ТГУ-62», рок-клуб ТГУ и другие.

История в пикселях

*Студентка ТГУ прошла практику
в Эрмитаже и Центре «Прожито»*

Юлия
Усачева, ВШЖ

У студентов ТГУ есть возможность побывать на практике во многих известных местах. Студентка 2-го курса магистратуры ФИПН ТГУ Ануш Геворкян, обучающаяся по программе «Digital past: Курирование цифрового наследия», этим летом проходила практику в центре развития гуманитарных исследований «Прожито» и Государственном Эрмитаже в Санкт-Петербурге. О своих впечатлениях она рассказала нашей газете.

НЕДЕЛЯ В ПЕТЕРБУРГЕ

– Расскажи, как тебе удалось попасть на практику в Эрмитаж?

– При поступлении в магистратуру я выбрала новое направление, связанное с цифровым историко-культурным наследием, которое мне было наиболее интересно. И летом у нас проходила производственная практика по оцифровке историко-культурного наследия – неделя в Санкт-Петербурге и две недели в Томске, в Музее истории ТГУ. Чтобы попасть на эту практику, нужно было успешно пройти курс по 3D-моделированию и получить необходимые навыки. Так я оказалась в Санкт-Петербурге. Нас разделили на две группы, одна проходила практику в «Прожито», другая – в Эрмитаже. На самом деле, моим основным местом практики был «Прожито» – Центр развития гуманитарных исследований в Санкт-Петербурге, он напрямую связан с моими научными интересами, но мне удалось побывать и в Эрмитаже.

– И чем вы занимались на практике?

– Мы оцифровывали дневники и другие источники личного происхождения, было очень интересно. Нам рассказали про деятельность «Прожито», показали, как все устроено изнутри, в том числе и сам архив. Нас научили оцифровывать документы именно так, как это делают сотрудники центра: какое использовать разрешение, параметры оцифровки, сканер и так далее. Потом мы сами работали с эго-документами, оцифровывая их для нового проекта центра. Еще учились правильно описывать то, что оцифровали. А в Эрмитаже проходила цикл лекций, благодаря которым мы знакомимся с работой музея: его сотрудники проводили для нас занятия, наглядно показывали и рассказывали, как они ведут свою деятельность, позиционируют музей, свои отделы и прочее. Обычно утром я практиковалась в «Прожито», а потом шла в Эрмитаж. Все это организовала наш руководитель программы Жанна Анатольевна Рожнева, декан факультета исторических и политических наук.

ЭРМИТАЖ ИЗНУТРИ

– Тебе удалось побывать «за кулисами» Эрмитажа. Расскажи об этом подробнее.



Ануш Геворкян (слева) в Государственном Эрмитаже..

Фото предоставлено Ануш Геворкян.



Фото предоставлено Ануш Геворкян.

– Помимо основной практики, я посещала цикл образовательных лекций от Эрмитажа, потому что не могла упустить такой потрясающей возможности. Когда тебе могут показать, как все устроено изнутри в музее мирового масштаба – это дорогого стоит. Мне было интересно узнать, как организовано хранение цифровых копий ресурсов, какие хранилища для них используются, на какие устройства все это цифруется. Мы даже стали свидетелями процесса фотографирования экспонатов для Госкаталога, который сейчас активно пополняют музеи. Государственный каталог Музейного фонда Российской Федерации – это база данных, в которой содержатся основные сведения о музейных коллекциях и экспонатах государственных музеев РФ. В секторе информационных технологий нам рассказывали о защите информации. В Эрмитаж Медиа – пресс-службе музея – рассказали про Эрмитажную Академию – просветительский интернет-проект: на сайте собрано более 100 различных материалов, они сгруппированы в 10 тем, например, «Искусство Италии», «Удивительные механизмы», «История Эрмитажа, его зданий и коллекций». Также нам рассказали об инклюзивных проектах, которые сейчас разрабатываются в музее. Например, тактильные макеты, которые можно было потрогать. Еще у нас было занятие от лаборатории искусственного интеллекта

Европейского университета, где нам рассказали про искусственный интеллект, его применение в гуманитарных исследованиях. Все это было потрясающе, я очень благодарна Жанне Анастольевне за то, что она организовала для нас такую практику. Я столько всего узнала, это удивительно.

– А что-то было особенное, что тебя впечатлило?

– В отделе археологии Восточной Европы и Сибири Эрмитажа мы случайно познакомились с Еленой Федоровной Корольковой. Ее прадед, Федор Яковлевич Капустин, был одним из первых профессоров Императорского Томского университета. Я взяла у нее интервью. Она рассказала про его семью, об отношениях с Дмитрием Ивановичем Менделеевым (Капустин был его племянником), о жене Капустина – Августе Степановне Поповой, сестре того самого Александра Степановича Попова, который изобрел радио. Поражает то, как были переплетены их судьбы между собой и с Томским университетом.

ЦИФРОВАЯ ЭРА

– Ты сказала, что вторая часть практики проходила в Томске. Чем здесь занималась?

– Также оцифровывала документы (поскольку практика была посвящена как раз-таки оцифровке историко-культурного наследия) и сделала 3D-модель бинокля из Музея истории ТГУ. По сути, и там, и там я изучала практики оцифровки, но работала с разным материалом и осваивала разные методы – у каждого музея индивидуальный приемлемый формат хранения файлов, используемые разрешения и так далее. В разных учреждениях совершенно разный опыт.

– Что в итоге дала тебе практика?

– Производственная практика позволила мне получить навыки оцифровки разных источников и закрепить уже имеющийся багаж знаний, применив его на практике, а также в целом расширила представления об архивной и музейной деятельности, особенно в столь масштабном учреждении, как Эрмитаж. Безусловно, практика дает возможность пообщаться и перенять знания, опыт действующих специалистов, задать им вопросы, это очень ценно.

Наука молодых

Аспирант физического факультета ТГУ Даниил Фроловский победил в конкурсе научно-исследовательских работ всероссийского форума «Наука будущего – наука молодых». Он занял первое место в секции «Физика и астрономия».

На конкурсе Даниил представлял свою научно-исследовательскую работу о формировании первичных черных дыр и индуцированных гравитационных волнах в моделях космологической инфляции.

Конкурс проводился по десяти секциям. На отборочный этап поступило более трех тысяч заявок. По результатам экспертизы поданных научно-исследовательских проектов были определены 350 финалистов, в том числе восемь представителей ТГУ.

По словам Даниила, его научная работа основана на части результатов, полученных во время обучения в магистратуре физического факультета ТГУ под руководством профессора Токийского столичного университета и ТГУ Сергея Кетова.

– Я рад возможности представлять свой университет и факультет на всероссийском уровне. Считаю, что моя победа еще раз подтверждает высокую репутацию физического факультета ТГУ как одного из лучших в России, – подчеркивает Даниил.

Победители и призеры конкурса, включая Даниила Фроловского, были приглашены на четвертый Конгресс молодых ученых в Сочи.

Как отмечает декан ФФ ТГУ Сергей Филимонов, это не первое достижение студентов факультета в конкурсе «Наука будущего – наука молодых». Так, в 2022 году аспиранты кафедры квантовой теории поля Петр Королёв и Виктория Абанумова заняли первое и второе места.



Фото: пресс-служба форума «Наука будущего – наука молодых»

