

ВЕСТНИК АТОМПРОМА

№ 4 | май | 2024

Главная тема

НЦФМ: формула науки будущего

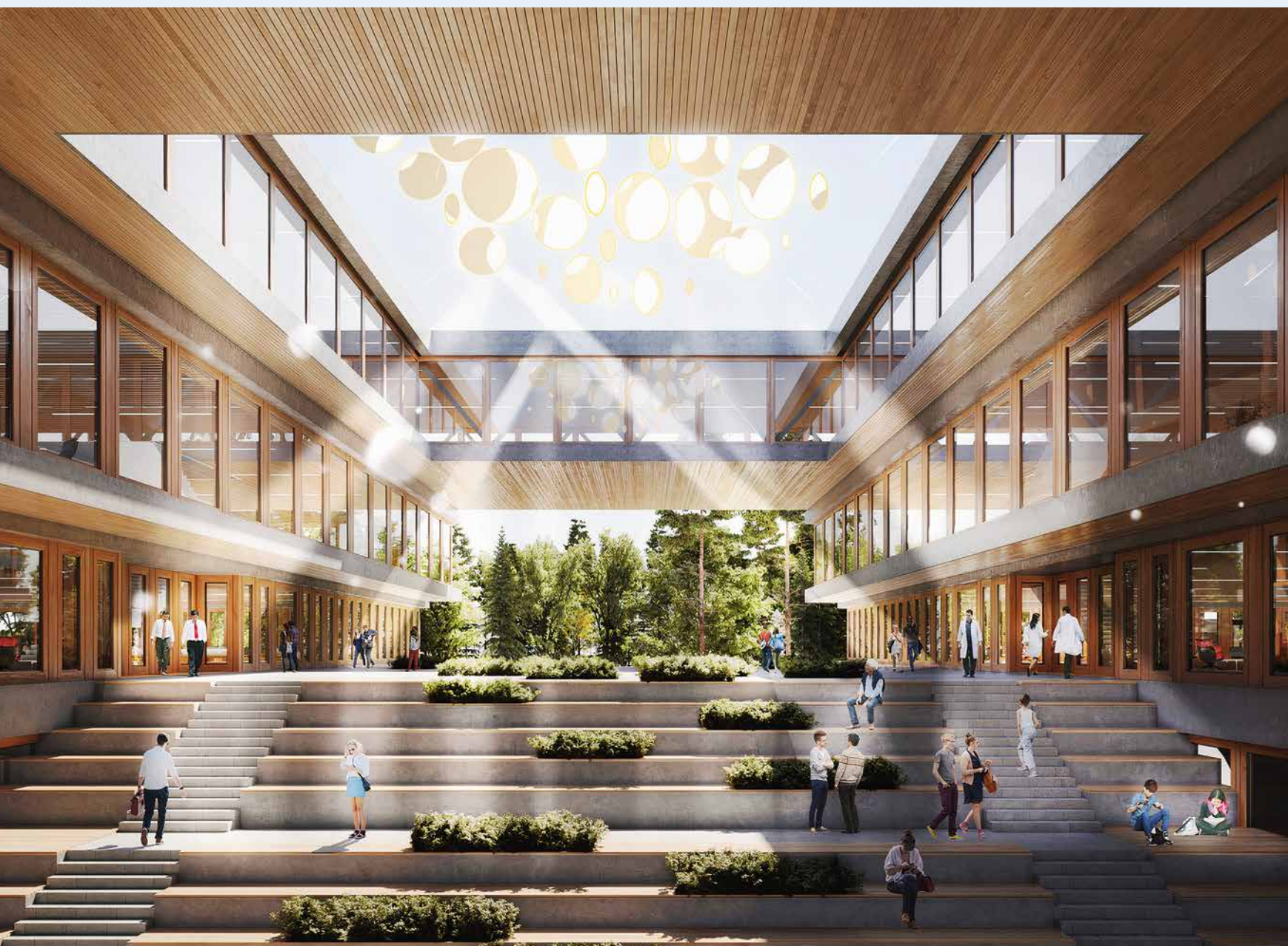
*Миссия, цели и перспективы Национального
центра физики и математики*

В номере

Производство РЗМ	32
------------------	----

Новые виды энергопотребления	40
------------------------------	----

Отраслевой совет молодежи	48
---------------------------	----



Уважаемые читатели!

Фундаментальная наука — это основа прогресса. Успехи фундамен- тальной науки также играют важнейшую роль в достижении техно- логического суверенитета — возможности любой страны обеспечить собственное независимое научно-техническое развитие в интересах безопасности государства, конкурентоспособности экономики и благо- состояния граждан.

Главная тема номера рассказывает о флагманском проекте Десятилетия науки и технологий в России — создании в Сарове Нижегородской об- ласти Национального центра физики и математики, основными целями которого являются получение новых научных результатов мирового уровня, подготовка ученых высшей квалификации, а также укрепление кадрового потенциала как предприятий госкорпорации «Росатом», так и сферы научных исследований и разработок в России в целом.

Кроме того, вы узнаете о подготовке к созданию производства редко- земельных металлов на Соликамском магниевом заводе и о том, как в Росатоме прошел первый Молодежный день информирования, а также познакомитесь со списком финалистов отраслевой программы призна- ния «Человек года Росатома — 2023». А еще мы рассказываем о том, насколько быстро растет энергопотребление, обусловленное бурным развитием цифровых технологий, и в каких отраслях использование больших данных может привести к революционным изменениям.

ВЕСТНИК АТОМПРОМА № 4, май 2024 года Информационно- аналитическое издание Фото на обложке Архитектурная группа ДНК	Главный редактор Юлия Долгова dolgova@strana-rosatom.ru Выпускающий редактор Ольга Еременко Дизайн и верстка Анна Бабич, Валерий Балдин Корректор Алина Бомбенкова Учредитель, издатель и редакция Общество с ограниченной ответ- ственностью «НВМ-пресс»	Адрес редакции 129110 Москва, ул. Гиляровского, д. 57, с. 4 Отдел распространения и рекламы Татьяна Сазонова sazonova@strana-rosatom.ru +7 (495) 626-24-74 Журнал зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи, ин- формационных технологий и массовых коммуникаций Свидетельство о регистрации СМИ ПИ №ФС77-59582 от 10 октября 2014 года	Тираж 1980 экземпляров. Цена свободная. Подписано в печать: 22.05.2024 При перепечатке ссылка на «Вестник Атомпрома» обяза- тельна. Рукописи не рецензиру- ются и не возвращаются Суждения и выводы авторов материалов, публикуемых в «Вестнике Атомпрома», могут не совпадать с точкой зрения редакции Журнал отпечатан: ООО «АртФормат» 115477, г. Москва, ул. Зюзинская, д. 6, стр. 2. Тел.: +7 (968) 724-35-91 № заказа: Аф-004/24.
---	--	---	---

	Содержание			
Главная тема	КОРОТКО	Центр притяжения научной мысли 4 Как создаются условия для совершения научных прорывов в фундаментальных исследованиях и обеспечения технологического суверенитета страны	Премия	Атомные награды 30 Росатом получил две награды всероссийского конкурса «Лучшее корпоративное медиа» за фильм о людях и ежегодный буклет «Человек года Росатома»
	ПРЯМАЯ РЕЧЬ	«Ученым важно, чтобы открытия становились основой востребованных технологий» 6 Научный руководитель Национального центра физики и математики Александр Сергеев — о целях, задачах, направлениях работы и научной программе центра	Человек года	Лучшие из лучших 31 Представляем финалистов отраслевой программы признания «Человек года Росатома — 2023»
	НОВОСТИ	Материалы в «цифре» 13 В НЦФМ будет создано новое научное направление «Цифровое материаловедение»	Технологии	Весь цвет РЗМ 32 Горнорудный дивизион Росатома разработал технологию разделения РЗМ и готовится к созданию промышленного производства
	НАУЧНЫЕ ДОСТИЖЕНИЯ	Наука будущего 14 Рассказываем о важных результатах, полученных учеными в рамках реализации научной программы НЦФМ	Цифровые технологии	Большие возможности больших данных 36 От добычи руды до «выхода на пенсию» электростанции: где big data приведет к революционным изменениям
	ПРЯМАЯ РЕЧЬ	«Мы растим специалистов самого высокого уровня» 18 Директор филиала МГУ в Сарове Владимир Воеводин — о кузнице научных кадров и мотивации студентов	Энергетические рынки	Жажда электричества 40 Как цифровые технологии меняют мировой энергетический ландшафт
	ОБРАЗОВАНИЕ	Центр научных мечтаний 24 Как студенты приходят в МГУ Саров, над чем работают и какие планы строят на будущее	Работа с молодежью	Дело молодое 48 Рассказываем, как в Росатоме прошел I Молодежный день информирования и какие задачи стоят перед Отраслевым советом молодежи
НАУЧНЫЕ ШКОЛЫ	Научные созвездия 28 НЦФМ объявил о проведении девяти научных школ в 2024 году	ИЦАЭ	Новая физика от Урала до Поволжья 52 Известные ученые и студенты МГУ Саров стали участниками проекта «Научный десант НЦФМ»	
		Книжная полка	Ослепшее общество 56 Как новая социология оценивает процессы, происходящие в обществе в эпоху кризиса нормальности	

Центр притяжения научной мысли

Указом президента РФ 2022–2031 годы объявлены в нашей стране Десятилетием науки и технологий. Программа Десятилетия включает масштабный комплекс инициатив, проектов и мероприятий по ускоренному развитию экономики и социальной сферы через усиление роли науки и наукоемких технологий. Развитие в России современной научно-исследовательской инфраструктуры — одна из ключевых задач Десятилетия. Флагманским проектом в этой области является создание «научного городка XXI века» — Национального центра физики и математики (НЦФМ) в Сарове Нижегородской области.

Учредителями НЦФМ выступают госкорпорация «Росатом», МГУ им. М. В. Ломоносова, РАН, Министерство науки и высшего образования России,

РФЯЦ-ВНИИЭФ, НИЦ «Курчатовский институт» и ОИЯИ. Среди целей деятельности НЦФМ — локализация в стране крупных научных проектов и глобальной исследовательской инфраструктуры, подготовка ученых высшей квалификации и укрепление кадрового потенциала атомной отрасли, получение научных результатов мирового уровня и трансфер технологий.

Материалы главной темы номера рассказывают, как создаются условия для обеспечения технологического суверенитета страны и совершения научных прорывов в фундаментальных исследованиях, каких успехов уже достигли ученые, работающие над научной программой НЦФМ, и почему талантливая молодежь приезжает учиться в МГУ Саров.

Текст: Алексей Комольцев
Фото: НЦФМ, Архитектурная группа ДНК

Научный руководитель Национального центра физики и математики
Александр Сергеев:

«Ученым важно, чтобы открытия становились основой востребованных технологий»

НЦФМ, который создается в Сарове как флагманский проект инициативы Десятилетия науки и технологий по созданию новой научной инфраструктуры страны,— проект многозадачный и комплексный. В числе заявленных целей — получение научных результатов мирового уровня, подготовка высококлассных ученых, воспитание научно-технологических лидеров, укрепление кадрового потенциала Росатома. Еще одна из задач, актуальность которой резко возросла,— укрепление технологического суверенитета и трансфер результатов интеллектуальной деятельности в реальный сектор экономики. О том, как планируется выстраивать эту работу, мы попросили рассказать научного руководителя НЦФМ академика РАН Александра Сергеева.

— Александр Михайлович, амбициозные научные и кадровые цели НЦФМ изначально были дополнены прагматическими — наладить трансфер технологий. В какой мере эти идеи изменились с февраля 2022 года и готов ли бизнес включиться в эти процессы?

— Изначально при позиционировании НЦФМ действительно было поставлено много различных задач, от обеспечения фундаментальных научных исследований до получения практических результатов. Эти задачи взаимосвязаны, и для их решения нужно правильно выстроить взаимодействие нашего центра, РФЯЦ-ВНИИЭФ и «окружающей среды», под которой мы понимаем в том числе корпорации и бизнес. Говоря о необходимости новых заделов в фундаментальной науке, мы понимаем, что это не самоцель, а основа технологий, как оборонных, так и гражданских. Исторический этап сегодня таков, что физические открытия первым делом оцениваются на предмет использования для обороноспособности и обеспечения технологического суверенитета.

Материальная база для исследований, которая уже есть в распоряжении действующих научных центров Росатома, задействована в решении профильных

задач — и этих задач в наше сложное время не становится меньше. Но необходимы новые научные заделы, поэтому совместно с госкорпорацией «Росатом» и была сформирована концепция НЦФМ, предполагающая создание «Большого Сарова» — новой исследовательской инфраструктуры и нового института, без жесткого пропускного режима, рядом с закрытой территорией. На открытую площадку могут приезжать ученые и молодежь, которые раньше не попадали в Саров по разным причинам. Из них не последняя — желание исследователей взаимодействовать с коллегами из других стран, оставаться в глобальной научной повестке. Понятно, что работа по оборонной тематике исключает такую возможность. Идея «Большого Сарова» рядом с закрытой территорией как раз и позволяет



ученым — физикам и математикам — приезжать и работать, взаимодействовать со специалистами ВНИИЭФ, не погружаясь при этом в специфику РФЯЦ. При этом ученых привлекает не только общение, но и современные установки для исследований. Поэтому мы и предложили реализацию установок класса мегасайенс. Они в настоящее время проектируются, строительство лишь предстоит, и готовы они будут после 2030 года. Но именно они и станут «аттракторами», которые привлекут ученых со всего мира. Это многофункциональный ускорительный комплекс с источником комптоновского излучения, центр исследования экстремальных световых полей и фотонный вычислительный центр.

При этом мы должны позаботиться, чтобы научные достижения, полученные на этих установках, могли быть внедрены в решение задач РФЯЦ-ВНИИЭФ, если окажутся интересны этому научному центру; здесь можно говорить не только о трансфере технологий, но и о трансфере знаний. Но верно и обратное: если какие-то достижения ВНИИЭФ, не являющиеся критически важными для оборонной сферы, можно применить для решения иных задач, то они тоже могут быть переданы за пределы ВНИИЭФ. Воспринять же эти знания «окружающая среда» сможет лишь в случае, когда концентрация научного интеллекта «на квадратный километр» за периметром РФЯЦ будет сопоставима с той, что внутри периметра. При этом для ВНИИЭФ будет решена еще одна важная задача — мы усилим приток молодежи, которая после окончания университетов ищет место для приложения усилий (например, кто-то стремится уехать за рубеж, где тоже есть уникальная исследовательская инфраструктура). Молодежь привнесет исследовательский энтузиазм, сможет учиться у маститых ученых. Те, кто захочет, пополнят ряды РФЯЦ-ВНИИЭФ или усилят другие направления научно-технологической сферы страны. В Сарове действует филиал МИФИ, но его программа ближе к прикладным задачам. Появление же филиала МГУ позволит привлечь в пополнение ВНИИЭФ ребят с фундаментальными знаниями.

В трансфере технологий ситуация аналогична той, что и с кадровым обеспечением. Инвесторы разборчивы, они не стремятся идти в закрытые города (мы это видим и жалуемся). Если технологии легче развивать и тиражировать на открытой территории, бизнес охотнее придет туда. Поэтому еще один из мотивов развивать «Большой Саров» в том, чтобы создаваемый научный задел «опылялся» инвесторами и превращался в технологии и продукты. При этом, опять же, чтобы и создаваемая инфраструктура, и будущие технологические компании могли получить квалифицированных работников, эти кадры нужно системно готовить. В Сарове давно действует филиал МИФИ, Саровский физико-технический институт, там готовят достаточно большое количество молодых специалистов. Но этот вуз изначально ориентирован на основные задачи Росатома. Проект НЦФМ в подготовке кадров пошел по другому пути: поскольку мы должны получать новые знания, то нужно стать

ближе к фундаментальному образованию — это физика и математика. Поэтому и оказались востребованы компетенции Московского государственного университета — одновременно и фундаментальные, и в то же время достаточно широкие. И уровень, и охват направлений в МГУ значителен, а Росатом сегодня интересуется самые разные знания и технологии в различных областях — от квантовых вычислений до развития Севморпути. Поэтому и было решено пригласить МГУ, сделав в Сарове его филиал. Эта часть нашего замысла уже работает: есть первые выпускники, прием растет: уже принимаем не 50, а 80 магистрантов; уже не 10, а 20 аспирантов. Затем эти ребята, получив соответствующие офферы, смогут работать по открытым и закрытым тематикам и в Сарове, и на других площадках Росатома. Также они смогут работать в НЦФМ и технологической среде, которая сформируется на его основе.

— Не создадут ли сложности для трансфера технологий знания, составляющие государственную тайну?

— Видя одну из задач НЦФМ в подготовке кадров для закрытых задач Росатома, мы понимаем, что в двухстороннем трансфере технологий есть немало сложностей. И дело не только в режиме нераспространения и государственной тайне. Пожалуй, главная сложность в том, что мы не можем требовать от ученых, задействованных в приоритетных для страны направлениях работы, заниматься трансфером. А если выдвинем такое условие, то рискуем хороших ученых сделать плохими, потому что предприниматель — другая профессия, с другими мотивациями. До сих пор на разных организационных уровнях есть непонимание того, что ученые не занимаются и не должны заниматься трансфером технологий. Они должны создавать новое знание. А дальше, не отвлекая их от работы, нужно создать сквозную цепь от знания к рынку, привлекая уже других специалистов.

В трансфере технологий главной фигурой является заказчик: это может быть рынок или государство, когда ему требуется развитие социальных функций, таких как медицина. Постановка задачи должна идти от заказчика. Ученые работают и получают новое знание; они могут продумать, где оно применимо, как сделать технологию. Но дальше конкретный трансфер должен осуществляться волей квалифицированного потребителя. Например, такой потребитель говорит ученым: «В условиях санкций стране нужны свои магнитно-резонансные томографы. Что можете предложить?» Ученые оценивают свои знания, может быть, уже есть и прототипы с элементами нужных технологий. Дальше благодаря инвестициям эти знания и прототипы превращаются в продукт, который формируется, запускается в производство, сопровождается уже другими структурами и людьми. Такая картина будет касаться гражданской области. Трансфер из ядерного оружейного комплекса на открытый рынок еще сложнее, хотя бы потому что у ученых в том же РФЯЦ много своих забот, которые приоритетны для государства.

Требовать от них трансфера технологий на рынок — значит отвлекать от очень сложных и нужных задач. В ряде случаев поставленная цель — чтобы 50% продукции наш ВПК выпускал на гражданский рынок — в сегодняшних условиях трудновыполнима, и на этом не нужно категорически настаивать.

Нашему проекту НЦФМ в последние два года тоже потребовалось адаптироваться под новые реалии. Это связано в том числе с тем, что многие основные исполнители в наших программах получили более приоритетные задачи. Кроме того, в силу политической обстановки от нас ждут результатов раньше

2030-х, когда развернется работа на установках класса мегасайенс. По этой причине мы инициировали программу создания так называемых лабораторий класса мидисайенс — с набором исследовательского оборудования по выбранным тематикам. Их можно сделать быстрее, не так дорого и тоже на мировом уровне — опираясь на имеющиеся заделы. Под профиль таких лабораторий уже есть потребители, с задачами обеспечения технологического суверенитета. Как и с установками класса мегасайенс, с идеей создания лабораторий класса мидисайенс нас поддержали президент страны и правительство; Владимир Путин в сентябре 2023-го, посетив Саров, высказался в поддержку этого направления. Поэтому мы формируем такие лаборатории — центры новых исследований. Это лаборатория фотонных вычислительных устройств, где будут создаваться аналоговые вычислительные системы для сверхскоростной обработки информационных потоков. Лаборатория суперкомпьютерных двойников нужна для проектирования сложных технических систем. Лаборатория сверхсильных оптических полей необходима для лазерных технологий нового поколения. В лаборатории ядерной фотоники будут на новом уровне изучаться свойства ядерной материи и строения вещества. Лаборатория сильных магнитных полей — для развития отечественной электроники и сверхпроводниковой техники. Лаборатория нейроморфного искусственного интеллекта позволит решать задачи технического зрения, управления робототехническими системами, создания нейроинтерфейсов. И, наконец, лаборатория моделирования астрофизических и геофизических явлений необходима для изучения воздействия этих факторов на космические аппараты, для выявления возможностей адаптации живых систем к экстремальным условиям.

— Видно ли уже сейчас, хотя бы по энтузиазму в «очереди желающих» из ученых и молодежи, что замысел НЦФМ начал работать так, как было задумано? Нужны ли еще приманки кроме установок класса мега- и миди-, например та же транспортная, социальная, даже развлекательная инфраструктура?

— Формируется не просто «очередь желающих», а пул участников в виде научной кооперации крупных институтов, вузов. Зрелых ученых и молодежь манит будущая возможность работы в современных лабораториях, но они пока только строятся; также возводится центр коллективного пользования, центр конгрессов и так далее. Приманка в виде научных установок, на которых можно будет получить мировые результаты, — это перспектива. НЦФМ уже работает, обучая магистрантов и аспирантов в МГУ Саров. Российские ученые в рамках научной программы НЦФМ могут ставить эксперименты на ряде установок РФЯЦ-ВНИИЭФ, открытых распоряжением правительства, а также на установках институтов, которые вошли в кооперацию НЦФМ.

На данный момент сильная сторона НЦФМ — это созданная кооперация более чем 50 научных институтов и университетов, объединившая порядка

Этапы программы развития НЦФМ

(утверждена Советом по развитию НЦФМ в декабре 2021 г. и приоритизирована в декабре 2022 г.)



2 тыс. ученых со всей страны. Они участвуют в выполнении научной программы НЦФМ, получают на это средства. То есть научная работа НЦФМ уже идет, и не только в Сарове. Постепенно, по мере создания инфраструктуры лабораторий класса мидисайенс и установок класса мегасайенс, активность будет перетекать в «Большой Саров». Задачи, которые решает эта кооперация, — не наука ради любопытства и публикаций, а работа в проекции на будущее НЦФМ. Например, создается система диагностики, которая будет реализована в одном из университетов и затем привезена в «Большой Саров». Часть ученых разрабатывают концепции экспериментов для установок, которые сейчас строятся. Работа по наполнению НЦФМ научно-технологическими проектами, по устройству лабораторий класса мидисайенс, по созданию программ будущих экспериментов уже идет. «Очередь желающих» станет видна воочию, когда в 2025 году будет сдан первый центр коллективного пользования, будет размещено оборудование, начнут работу лаборатории. Пока этого нет, мы привлекаем в НЦФМ величием помыслов, именитыми людьми, которые вошли с нами в кооперацию, проводим школы и конференции. Привлекают и открытые установки в РФЯЦ, где можно ставить эксперименты. Но настоящая жизнь появится, когда будут сформированы лаборатории.

— Это касается не только ученых и молодежи, но и инвесторов?

— Да, с инвесторами и предпринимателями тоже можно разговаривать о кооперации, но люди

и красивые идеи разбросаны по стране. Другое дело — создать площадку, на которой все сгруппировано, есть работающие по тематикам люди, есть синергия между разными направлениями. Это и будет приманкой, чтобы приходить и инвестировать. Тогда и проявятся возможности трансфера знаний из закрытой в открытую науку. Одно дело, когда наши уважаемые коллеги из ВНИИЭФ в процессе выполнения очень сложных задач создают знания и оформляют РИДы (результаты интеллектуальной деятельности), а другое дело, когда они имеют возможность, что-то применив у себя, сбросить знания на инвестиционную площадку для получения инновационного продукта. Должна будет появиться такая площадка — пока есть лишь ее прообраз в виде технопарка.

— Ждут ли на открытой площадке, которая все-таки останется близка к закрытой, коллег из других стран?

— Говоря об открытой территории в составе «Большого Сарова», мы изначально исходили из возможности формирования центра с международным участием и не отказываемся от этого. Форматы присутствия обсуждаются, и интерес к нашей площадке у зарубежных партнеров есть. Даже и в более сложные времена ученые из стратегических отраслей находили возможность ездить в другие страны, работать в коллаборации. Опыт США показывает, что может быть много форм коллаборации с закрытыми национальными лабораториями. Например, рядом с Лос-Аламосской национальной лабораторией на открытой площадке



работает центр, где трудятся ученые из других стран. Причем это и интересно ученым, и полезно Лос-Аламосу. То есть не мы первыми изобрели идею, которая лежит в основе НЦФМ как открытого центра «под боком» закрытого института. Другое дело, что мы привнесли туда дополнительные компоненты, которых нет в США,— это и филиал МГУ в Сарове, и включение технопарка как прообраза инвестиционной площадки. Еще мы привнесли фактор развития территории: страна действительно много вкладывает в кластер «Саров — Дивеево — Арзамас», и культурно-туристическая составляющая этой работы не противоречит, а дополняет нашу деятельность. То есть НЦФМ формируется как международный центр, и в более спокойной международной обстановке это было бы заметнее — на площадке появлялось бы больше зарубежных коллег. Пока мы видим их интерес на международных мероприятиях.

Как именно выстроится работа с иностранцами, зависит от геополитики. Один из наших ведущих партнеров сегодня — Китай, это мировая держава, которая по многим направлениям становится лидером и в науке. В том числе по нашим направлениям — лазерам, ускорителям, термоядерному синтезу. Видно, что они развиваются с очень большой производительностью, и сотрудничество с Китаем нам интересно. Но взаимовыгодность такого сотрудничества — процесс непростой, потому что лидеры склонны беречь свое лидерство и «играть в одни ворота». Наша задача — правильно выстраивать договорные отношения и избежать превращения всех результатов в чисто зарубежные технологии. Так уже сложилось в некоторых сферах — когда по инициативе крупных зарубежных корпораций по всей стране создаются десятки лабораторий: они формируют экосистему исследований, а в конечном счете начинают работать на технологические и кадровые интересы конкретных концернов. Здесь надо исправлять существенные недоработки.

Кроме крупных стран — экономических лидеров, есть и другие, с отдельными развитыми направлениями,

кого мы тоже хотим видеть в Сарове. Например, нам важно сотрудничество с Арменией, где развито выращивание кристаллов для мощных лазерных установок. Есть интерес партнеров к развитию систем искусственного интеллекта, цифровых двойников. Форматы сотрудничества определяются, когда придет время.

— Опыт «Большого Сарова» должен быть уникальным или стать моделью для тиражирования, например в «Новом Снежинске», Обнинске? Ожидается и развитие образовательной площадки в Лесном...

— У нас есть три научно-исследовательских предприятия ядерного оружейного комплекса, крупнейшие научные центры: экспериментальной физики — в Сарове, технической физики — в Снежинске и автоматике — в Москве. В основе работы этих центров именно научно-исследовательская деятельность. Опыт РЯЦ-ВНИИЭФ и НЦФМ может быть применен с той или иной «окраской» к другим институтам. Но если мы посмотрим на эти институты более детально, то увидим, что специфика различна. Работа ученых в столице, пусть и в закрытом учреждении, отличается от работы в Сарове и Снежинске: большой рынок рабочей силы, мощные университеты, своя специфика деятельности. К работе в институте автоматки привлечено немало академических ученых. Институт технической физики в Снежинске более технологичен по сравнению с ВНИИЭФ — там происходит развитие идей Сарова и создание конкретной инженерии, технологий и устройств. Создавать и в Москве, и в Снежинске, тем более в Обнинске или Лесном центры наподобие НЦФМ незачем, особенно когда в стране непросто с финансами. Поэтому идея, которая сейчас реализуется нами, — взаимодействие с другими научными центрами и производственными организациями через общую научную программу НЦФМ. Некоторые разделы этой программы в основном спроецированы на ВНИИЭФ. Но и институт технической физики, и институт автоматки могут более серьезным образом включиться в новые направления, которые мы формируем. Например, это «Цифровое материаловедение», и мы направили предложения об участии обоим институтам.

Когда будет создана база установок и лабораторий, мы тоже не будем замыкаться исключительно на саровской площадке и задачах ВНИИЭФ, а намерены действовать широко — в интересах отрасли и технологического суверенитета в целом. НЦФМ может быть федеральной площадкой, которая «присматривает» за развитием научных заделов и их трансфером, то есть действовать шире охвата ВНИИЭФ. Если наш центр сумеет таким образом себя поставить, показать работу в общих интересах (а руководство Росатома ставит задачу именно так), то, пожалуй, именно эта модель развития будет наиболее соответствовать времени. Кроме взаимодействия через научную программу, это может быть участие в подготовке магистрантов и аспирантов. Отличие НЦФМ от «Нового Снежинска» в том, что Снежинск не создает новые кадры, как в филиале МГУ в Сарове, а работает

с набором уральских и сибирских университетов, привлекает магистрантов на дипломы по близким институту технической физики темам, и у кого-то это сформирует желание остаться там работать. У нас возможны пересечения через программы подготовки кадров, но правильнее взаимодействовать через научную программу с целью получения мирового лидерства. В стране поменялась политика выстраивания науки — теперь нужно не просто ставить эксперименты и публиковать об этом статьи, а достигать передовых результатов. Это соответствует амбициям и ВНИИЭФ, и других предприятий Росатома, которые тоже имеют потенциал быть лучшими в науке.

— Говоря о большой кооперации, какие вы видите дефициты, кто должен ее дополнить? Другие корпорации, система РАН, вузы?

— Кооперация уже большая и продолжает расти. Мы хотим сделать так, чтобы в ней работали ученые, достигшие в рамках своих направлений самого высокого уровня в стране. То есть берясь за что-то, мы должны составить кооперацию лидеров, где бы те ни находились — в университетах, Сколтехе, Курчатовском институте и так далее. Найдя, снабжаем их средствами (у нас довольно богатые программы научных исследований). Особенно важно формировать такие кооперации для новых направлений. Не могу

сказать, чтобы мы испытывали дефицит из-за нежелания работать с нами, тем более что мы предлагаем интересные условия и возможности. Например, Саров известен направлением исследований, в рамках которого достигнуто магнитное поле, рекордное в мире по напряженности. Это так называемые взрывомагнитные генераторы; мировой рекорд — 2800 Тл — принадлежит уже достаточно давно ученым ВНИИЭФ. Такие установки крайне интересны, поскольку с их помощью можно изучать материалы, свойства которых определяются энергетической структурой электронов, — это магнетики, материалы для электроники, гетероструктуры. Когда новый материал создается, полезно оценить его свойства в сильном магнитном поле. Пример кооперации в том, что институты и университеты, работающие по тематике новых материалов, привозят свои образцы в Саров на эксперименты со сверхсильными магнитными полями и оценивают свои разработки. Это пример, как взаимодействует фундаментальная наука и прикладная деятельность (а получение гигантских магнитных полей — это очень даже высокая наука). В кооперации ядерной физики с материаловедением, на этом и других примерах, возникает синергия, от которой хорошо и участникам, и народному хозяйству.

— О каких направлениях работы с высокой степенью готовности к прикладному использованию



может сегодня идти речь, даже если они пока лишь просматриваются в заделах и кооперациях?

— Это в целом тема новых материалов, именно они определяют современный уровень промышленных отраслей. Авиастроение — это композиты; ракетная техника — это материалы для экстремальных условий. Такая же логика приходит и в строительство, и в судостроение, и в автомобильную индустрию. Отсюда и возникает наше потенциальное научное направление «Цифровое материаловедение» — когда материал сначала создается и изучается на компьютере, а потом уже наяву. В этом направлении у Росатома, подписавшего с правительством страны соглашение по развитию высокотехнологичного направления «Технологии новых материалов и веществ», очень хорошая позиция. Эту деятельность надо насытить возможностями, которые есть на разных площадках Росатома и которые появятся в НЦФМ. Важное для всей страны направление будет подкреплено наработками Росатома. Так уже происходит: например, материалы композитного дивизиона пришли в авиастроение. Есть интересные наработки у НИИГрафит — углерод-углеродные и углерод-карбидокремниевые материалы. Свои достижения есть у института «Гиредмет», например натриевые батареи, которые могут дополнить литиевое направление: натрий дешевле и работает при отрицательных температурах. ВНИИ неорганических материалов им. А. А. Бочвара имеет наработки по сверхпроводникам; «Луч» — по 3D-печати с помощью электронно-лучевых пучков. Кстати,

и Форум будущих технологий посвящен новым материалам; Росатому есть что продемонстрировать.

Еще одно актуальное направление в высокой степени готовности — это искусственный интеллект. Он в основном завязан на развитие искусственных нейронных сетей; алгоритмы обучаются, анализируя большое число примеров, так называемые сети. Чтобы ИИ работал как можно эффективнее, нужно обрабатывать очень быстро как можно больший объем информации, то есть важна вычислительная мощность. А это наши фотонные технологии — свет способен выполнять операции по обработке изображений быстрее, чем полупроводниковые ЭВМ. Но даже работая с полупроводниками, можно развивать направление нейроморфного ИИ, применяя идеи, которые лежат в основе функционирования мозга. И в этом направлении у Росатома тоже есть интересные разработки, в том числе у организаций, взаимодействующих с НЦФМ.

Также востребованное направление — технологии сбережения здоровья. Здравоохранение не новое направление, но проект переформатирован на систему предотвращения заболеваний. А это предполагает в том числе новые средства и программно-аппаратные комплексы для сбора и обработки диагностической информации в огромных объемах. Это не лечение, а мониторинг состояния здоровых людей с принятием мер, чтобы люди были здоровы как можно дольше. Проект, который начинается в Росатоме, — «Цифровой профиль здоровья»: это получение не только очевидной информации на основе опросников и медосмотров, а более глубокий анализ на основании маркеров здоровья и маркеров старения. Это применение «омиксных» технологий, через понимание организма на клеточном уровне — это геномика, протеомика, метаболомика и так далее. Все это требует обработки больших данных в биоинформатике с составлением индивидуальных программ здоровьесбережения для людей, чтобы как можно дольше сохранить их работоспособность. Задача для Росатома, можно сказать, прикладная, поскольку ключевым достоянием госкорпорации является именно интеллект.

— То есть в Росатом вернется курчатовское «будут ли сегодня открытия?», звучавшее на фоне работы над первой бомбой, но позволившее создать целую сферу мирного атома?

— Это очень диалектический вопрос. И Курчатов, и другие наши великие физики — Харитон, Сахаров — стали великими, потому что их деятельность была востребована страной. Без заказчика, будь эти ученые семи пядей во лбу, они бы не смогли проявиться. Но и страна становится великой научной и технологической державой, потому что на этот уровень ее выводят великие люди. И зрелым, и молодым ученым важна востребованность — когда открытия становятся основой востребованных технологий, нужных в стране и в мире. Если востребованность будет видна, тогда они и будут приезжать, работать, вырастать в великих ученых.

Материалы в «цифре»

В Национальном центре физики и математики будет создано новое научное направление «Цифровое материаловедение»

Научно-технический совет (НТС) НЦФМ одобрил создание нового направления научной программы НЦФМ «Цифровое материаловедение». НТС принял паспорт направления и утвердил его руководителей на заседании НТС НЦФМ в госкорпорации «Росатом». Решение об изменении научной программы НЦФМ примет Совет по развитию НЦФМ, возглавляемый первым заместителем председателя правительства РФ Денисом Мантуровым и заместителем председателя правительства РФ Дмитрием Чернышенко.

«Новое направление нашей научной программы необходимо для развития новых методов квантовых теорий конденсированных состояний, что важно для практического внедрения квантовых и гибридных алгоритмов в решение широкого класса задач цифрового материаловедения.

Наша цель — качественно модернизировать цифровые инструменты материаловедения для достижения технологического лидерства в создании принципиально новых функциональных материалов, а именно их цифрового дизайна. Например, новых конструкционных функциональных материалов для атомной отрасли — радиационно стойких, сверхпроводящих, термоэлектрических, коррозионно-стойких. Наша работа будет иметь приложение в фундаментальных разработках и технологиях автоматизированного синтеза новых материалов, которые еще не существуют в природе и которые благодаря заданным свойствам и функциям востребованы в очень широком спектре практических приложений: в атомной энергетике, в том числе термоядерной, электронике, квантовых компьютерах и других. Мы будем разрабатывать технологии именно синтеза новых материалов на основе автоматических цифровых алгоритмов.

Очень важно, что новое научное направление НЦФМ позволит завоевать передовые позиции в мире в области квантовой теории твердого тела и моделирования свойств неизвестных материалов», — отметил академик РАН Борис Шарков, сопредседатель НТС НЦФМ, спецпредставитель директора по сотрудничеству с российскими и международными научными организациями Объединенного института ядерных исследований.

Одиннадцатое научное направление НЦФМ возглавят заместитель директора по науке АО «Наука и инновации» госкорпорации «Росатом» Алексей Дуб, заместитель начальника теоретического отделения РФЯЦ-ВНИИТФ Владимир Дремов и начальник отдела Всероссийского НИИ автоматики им. Н. Л. Духова Алексей Янилкин.

К развитию направления «Цифровое материаловедение» планируют присоединиться ученые Института биохимической физики им. Н. М. Эмануэля РАН, Объединенного института высоких температур РАН, Института физики металлов им. М. Н. Михеева УрО РАН, Института металлургии УрО РАН, МГУ, НИЯУ «МИФИ», МФТИ, Сколтеха, Университета науки и технологий «МИСИС» и НИЦ «Курчатовский институт». По плану состав секции НТС НЦФМ «Цифровое материаловедение» должен быть сформирован к концу мая с учетом экспертного мнения Отделения химии и наук о материалах РАН.

Планируется, что новая редакция научной программы НЦФМ, включающая проекты направления «Цифровое материаловедение», будет подготовлена к концу мая.

На заседании решением НТС Национального центра физики и математики также утвержден новый сопредседатель научного направления НЦФМ «Экспериментальная лабораторная астрофизика и геофизика» — главный научный сотрудник Института теоретической и математической физики (ИТМФ) РФЯЦ-ВНИИЭФ Александр Солдатов, ученик главного научного сотрудника РФЯЦ-ВНИИЭФ Владимира Терехина, ранее возглавлявшего это научное направление. Кроме того, принято решение рекомендовать совету по развитию НЦФМ включить в состав НТС НЦФМ академика РАН Виктора Сойфера, президента Самарского университета им. академика С. П. Королева, и Алексея Дуба, заместителя директора по науке АО «Наука и инновации» госкорпорации «Росатом».

В ходе заседания научный руководитель НЦФМ академик РАН Александр Сергеев представил общий статус развития научной программы НЦФМ, лабораторий класса мидисайенс НЦФМ, МГУ Саров и территории Национального центра. Заместитель научного руководителя НЦФМ — главный ученый секретарь НЦФМ академик РАН Дмитрий Бисикало — презентовал доклад о планах создания в НЦФМ трех научных установок класса мегасайенс к 2029 году.

Подробности

Советом по развитию НЦФМ утверждены программа развития НЦФМ и научная программа НЦФМ, включающая 10 направлений:

- «Национальный центр исследования архитектур суперкомпьютеров»;
- «Математическое моделирование на суперЭВМ экса- и зеттафлопсной производительности»;
- «Газодинамика и физика взрыва»;
- «Физика высоких плотностей энергии»;
- «Физика частиц и космология»;
- «Ядерная и радиационная физика»;
- «Исследования в сильных и сверхсильных магнитных полях»;
- «Физика изотопов водорода»;
- «Искусственный интеллект и большие данные в технических, промышленных, природных и социальных системах»;
- «Экспериментальная лабораторная астрофизика и геофизика».

Текст: Наталья Самойлова
Фото: Архитектурная группа ДНК, НЦФМ



Наука будущего

Рассказываем о важных результатах, полученных учеными в рамках реализации научной программы НЦФМ

Работа в рамках научной программы Национального центра физики и математики, одним из учредителей которого является Росатом, ведется по 10 перспективным направлениям — от искусственного интеллекта и суперкомпьютерного моделирования до лазерной физики и космологии. Программу реализует научная кооперация из более чем 55 институтов РАН, ведущих университетов и высокотехнологичных компаний России на экспериментальной и расчетной базе этих организаций, в том числе на открытой части оборудования федеральных ядерных центров в Сарове и Снежинске. Программа стартовала в 2022 году, но за это время исследователями уже продемонстрированы выдающиеся результаты.

Передовые лазерные технологии: атмосфера не помеха

Турбулентность земной атмосферы не только снижает фокусировку лазерного излучения на мишень в установках, но и ограничивает разрешающую способность телескопов при получении изображений из космоса. В рамках научной программы НЦФМ российские ученые создали новую адаптивную оптическую систему, которая с рекордным быстродействием компенсирует влияние атмосферных искажений на лазерное излучение. Достиженные результаты исследователи описали в статье в престижном научном журнале Photonics.

«Впервые при создании адаптивной оптической системы использованы программируемые логические интегральные схемы (ПЛИС), которые позволяют намного быстрее универсальных процессоров осуществлять операции по обработке изображений.

Они работают не как универсальные процессоры, которые последовательно обрабатывают цифровой поток, а, скорее, как видеокарты, более эффективные, например, при просмотре фильмов. Применение ПЛИС позволило нам достигнуть рекордного быстродействия адаптивной системы — до 4 кГц в экспериментах в закрытом пространстве, на 200–300-метровой павильонной трассе. В условиях реальной трассы до космического аппарата мы достигли быстродействия больше 2 кГц, что представляет интерес, например, в получении четких изображений в ходе астрономических наблюдений. Несколько килогерц — это тот уровень, который позволяет нам корректировать искажения излучения в условиях реальной, постоянно меняющейся атмосферы, поэтому и идет гонка за этими килогерцами», — отметил научный руководитель НЦФМ, сопредседатель направления НЦФМ «Физика высоких плотностей энергии» академик РАН Александр Сергеев.

Система, помимо компенсации атмосферных искажений, позволит более эффективно фокусировать лазерное излучение в земных условиях для достижения рекордной, эксаваттной мощности в Центре исследований экстремальных световых полей НЦФМ. Уникальную установку класса мегасайенс исследователи планируют создать в России к 2030 году, чтобы реализовывать передовые лазерные технологии и решать фундаментальные вопросы науки, связанные с пониманием, как ведет себя вещество в экстремальных, недостижимых ранее условиях.

«Результат, который получен применительно к атмосферной оптике, прямо касается задачи максимально острой фокусировки излучения в Центре исследований экстремальных световых полей. В установке класса мегасайенс мы должны задать волновые фронты всех 12 каналов лазерного излучения так, чтобы они, сойдясь в одной точке, дали максимум интенсивности», — подчеркнул Александр Сергеев.

Память для компьютера: мемристоры вместо транзисторов

Исследователи из научной кооперации НЦФМ создали единую технологическую платформу для интеграции электронных мемристоров устройств, воспроизводящих часть функций нейронов мозга, в отечественный процесс производства современных кремниевых чипов.

Ученые разработали и реализовали топологию интегральной схемы для производства в России прототипа чипа перспективной энергонезависимой памяти RRAM на основе сочетания традиционной кремниевой технологии в части управляющих схем и новых технологий хранения информации, разработанных в рамках научной программы НЦФМ.

Разработанные элементы хранения информации реализуются в верхних слоях металлизации чипа благодаря особым электронным устройствам — мемристорам (от англ. мему — «память»

и resistor — «электрическое сопротивление»). Это пассивные электрические элементы, способные изменять свое сопротивление в зависимости от протекшего через них электрического заряда. Преимуществами мемристорной технологии являются возможности реализовать энергонезависимую память в наномасштабах (на уровне 10^{-9} метров) и обеспечить высокую скорость перезаписи, характерную для оперативной памяти (время записи менее 10^{-9} секунд).

«Сопротивление мемристора может изменяться в зависимости от прошедшего через него электрического заряда, то есть мемристор запоминает количество прошедшего через него заряда и сохраняет эту информацию в виде своего сопротивления. Такие свойства мемристора открывают возможности создания на его основе ячеек долговременной памяти и систем для «вычислений в памяти», причем мемристорные элементы памяти могут быть более компактными и быстрыми, чем элементы современной флеш-памяти», — отметил сопредседатель научных направлений НЦФМ, научный руководитель направления Южного федерального университета академик РАН Игорь Каляев.

Нейроморфный ИИ: работать, как мозг

Мемристивная электроника фигурирует также в исследовании, проведенном в рамках научной программы НЦФМ по направлению «Искусственный интеллект и большие данные в технических, промышленных, природных и социальных системах» и при грантовой поддержке Российского научного фонда. Результаты этого исследования отмечены премией президента РФ в области науки и инноваций для молодых ученых за 2023 год. Лауреатом премии стала профессор кафедры нейротехнологий Института биологии и биомедицины ННГУ им. Н. И. Лобачевского, заведующая лабораторией нейродинамики и когнитивных технологий НИИ нейронаук ННГУ доктор физико-математических наук Сусанна Гордлеева.

В результате серии научных исследований, направленных на разработку технологий нейроморфного искусственного интеллекта на основе биофизических нейрон-астроцитарных сетевых моделей для мемристивной электроники, была создана принципиально новая модель нейроморфного искусственного интеллекта с производительностью, превосходящей мировые аналоги. Команде нижегородских ученых удалось доказать, что астроциты позволяют эффективно управлять динамикой нейронов и, вероятно, являются тем самым недостающим звеном в решении проблемы обучения спайковых нейронных сетей при проектировании нейропроцессоров.

Говоря о практической значимости исследования, Сусанна Гордлеева отметила, что оно велось в общей сложности более 10 лет и его результаты могут быть использованы при разработке нового поколения интеллектуальных информационно-вычислительных платформ (фреймворков), способных осуществлять

Профессор кафедры технической кибернетики Самарского университета им. С. П. Королева доктор физико-математических наук Роман Скиданов



обработку больших потоков информации (больших данных) с использованием принципов работы мозга. «Такие системы могут применяться в интересах высокотехнологичных предприятий ИТ и медицинского сектора для обработки медицинских данных, классификации информации и построения виртуальных моделей нервной системы. Применение таких платформ востребовано, в частности, при разработке гибридных нейронинтерфейсных (нейроморфных) систем, где важную роль играет использование биологоправдоподобных моделей клеток, способных имитировать сигналы живых биологических нейронов», — подчеркнула она.

Да будет свет: фотонные процессоры

Ученые из научной кооперации НЦФМ создали образец аналогового фотонного процессора с близкой к рекордной производительностью. Такой процессор позволяет проводить анализ и распознавание объектов в сотни раз быстрее современных цифровых нейросетей на основе традиционных полупроводниковых компьютеров.

Демонстрационный образец процессора, который создали специалисты Самарского университета им. С. П. Королева, работает на основе новой, фотонной компонентной базы, в которой информация передается частицами света — фотонами, а не электронами, как в привычных вычислителях.

Специализированный процессор уже сегодня позволяет распознавать огромные массивы данных в объемных видеопотоках. Он достиг скорости обработки информации $5,3 \times 10^{15}$ бит в секунду в серии экспериментов по распознаванию рукописных цифр из международной объемной базы данных MNIST с точностью более 90%. Российские ученые предполагают в ближайшие годы увеличить производительность аналогового фотонного процессора на два порядка.

Образец фотонного процессора был разработан в интересах создания в НЦФМ фотонной вычислительной машины класса мегасайенс к 2030 году. По проекту производительность машины будет рекордной и достигнет 10^{21} операций в секунду, что позволит решать прикладные задачи по обработке больших массивов данных и получать фундаментальные результаты в области искусственного интеллекта и машинного обучения.

«Аналоговая фотонная вычислительная система позволяет проводить анализ и распознавание объектов в сотни раз быстрее современных цифровых нейросетей на основе традиционных полупроводниковых компьютеров. Это особенно важно для оперативного анализа гиперспектральных данных, изначально представляющих собой значительные по объему массивы информации. Надежность распознавания в ходе первых экспериментов на демонстрационном

образце составила 93,75%. В 2024 году планируется собрать и испытать экспериментальный образец системы в компактном корпусе размером с небольшой системный блок компьютера. Точность и надежность распознавания у экспериментального образца должна вырасти за счет подбора компонентов с улучшенными характеристиками. Опытный образец установки, как планируется, будет готов в 2025 году», — рассказал профессор кафедры технической кибернетики Самарского университета им. С. П. Королева доктор физико-математических наук Роман Скиданов.

Планетарная физика: что происходит в недрах

В рамках научной программы НЦФМ по направлению «Исследования в сильных и сверхсильных магнитных полях» российские ученые впервые в мире исследовали свойства твердого углекислого газа при сверхвысоком давлении, равном и превышающем давление внутри ядра Земли. Углекислый газ играет важную роль в физико-химических процессах в земной коре, которые в том числе связаны с сейсмическими явлениями: землетрясениями, извержениями вулканов, внезапными выбросами пород и газа из горных массивов и так далее. Исследования свойств газов при экстремальных условиях важны для понимания процессов в недрах не только Земли, но и других планет.

«В рамках научной программы НЦФМ уже получен целый ряд результатов мирового уровня. Например, впервые в мире экспериментально построена изоэнтропа (в координатах «давление — плотность») углекислоты в диапазоне давлений от 1 до более 5 Мбар. Не имеющий мировых аналогов взрывомагнитный генератор сверхсильных (до 1000 Тл) магнитных полей МК-1 в специальной комплектации обеспечивает в исследуемых веществах давления мегабарного диапазона, реализуемые в недрах земной коры и планет-гигантов. Результаты исследований свойств веществ при таких давлениях крайне важны для планетарной физики», — отметил член-корреспондент РАН Виктор Селемир, руководитель направления НЦФМ.

Ученые достигли более чем четырехкратного сжатия твердого углекислого газа при давлении до 5 Мбар с использованием специального устройства на основе российского взрывомагнитного генератора сверхсильных магнитных полей МК-1. Ранее в экспериментах ученые сжимали твердую углекислоту до 1 Мбар, при том что давление на поверхности ядра Земли близко к 1 Мбар, а в центре Земли — к 3,5 Мбар.

Исследование показало, что экспериментальные данные по изменению плотности твердого углекислого газа при сверхвысоком давлении, от 1 до 5 Мбар, отличаются от расчетных. Экспериментальные данные показывают реальное поведение сжимаемости и электропроводности углекислоты при сверхвысоких давлениях, близких к давлениям внутри ядра Земли, и позволяют строить широкодиапазонное уравнение состояния вещества более надежно.

Коротко

Некоторые результаты научной программы НЦФМ

■ Впервые проведен взрывной эксперимент, в котором одновременно зарегистрированы сжимаемость, яркостная температура и массовая скорость неидеальной плазмы гелия при давлении 2 млн атмосфер. Эта фундаментальная информация о свойствах гелия нужна, чтобы повысить точность моделирования физических схем перспективных устройств для инерциального управляемого термоядерного синтеза — источника энергии будущего.

■ Для получения новых данных по ядерным реакциям «зажигания» термоядерного топлива создан шестидетекторный спектрометр заряженных частиц. Нижняя граница регистрации заряженных частиц спектрометра составляет 2 МэВ, что превосходит характеристики зарубежных аналогов. Результаты будут использованы для тестирования современных теорий ядерных реакций, структуры атомного ядра, а также в следующих исследованиях по фундаментальной ядерной физике, астрофизике и работах по управляемому термоядерному синтезу.

■ Ученые представили перспективы поиска процессов рождения легкой темной материи (недоступной для прямого наблюдения) в экспериментах на электрон-позитронных коллайдерах, что также важно для изучения процессов рождения очарованных кварков и тау-лептонов. Для достижения максимальной светимости разработан проект системы финального фокуса места встречи электрон-позитронных пучков на основе принципиально новой схемы их столкновения.

■ Ученые провели работы по созданию квантово-каскадных лазеров среднего инфракрасного диапазона, адаптивных оптических систем нового поколения; проведены эксперименты по управлению перекачкой энергии в пересекающихся в плазме лазерных пучках; развита технология производства мишеней заданной плотности, эффективных конвертеров излучения, исследованы новые режимы сжатия при высоких плотностях энергии. Эти результаты позволят улучшить характеристики установок, в которых используются лазерные технологии.

■ Выполнен комплекс работ по созданию и развитию современных методов математического моделирования физических процессов в интересах решения промышленных задач, в том числе:

— расчет эффективной поверхности рассеяния электромагнитных волн на сложных технических изделиях на основе итерационных методов с использованием мозаично-скелетонных аппроксимаций;

— моделирование образования капель в результате срыва тонкой пленки с криволинейной поверхности для задач авиадвигателестроения;

— апробация подходов к ускорению мультифизических расчетов на примере кинетики горения водородосодержащей смеси с использованием методов машинного обучения.

Текст: Екатерина Каткова
Фото: НЦФМ

Директор филиала МГУ в Сарове Владимир Воеводин:

«Мы растим специалистов самого высокого уровня»



Филиал МГУ в Сарове принял первых студентов-магистрантов в 2021 году, а в 2024-м уже планирует набрать пилотную группу на специалитет. Студенты и аспиранты в Сарове ведут активную научную работу, участвуют в практических исследованиях и без труда находят себе работу в РФЯЦ-ВНИИЭФ и на других высокотехнологичных предприятиях Росатома. Как выстраивается система отбора и подготовки штучных специалистов, что вдохновляет ребят со всей страны ехать в Саров и чем условия жизни и учебы там отличаются от всех других вузов, «Вестнику атомпрома» рассказал директор филиала МГУ им. М. В. Ломоносова в городе Сарове Владимир Воеводин.

— МГУ Саров существует уже три года, а как и у кого возникла идея открыть филиал Московского университета в закрытом атомном городе?

— Формально история филиала началась в 2020 году. Президент России Владимир Путин приехал в Саров, где ему была представлена концепция создания Национального центра физики и математики рядом с ядерным центром РФЯЦ-ВНИИЭФ и филиала Московского государственного университета, который бы стал образовательным ядром НЦФМ. Президент предложение поддержал, и мы тут же стали замысел воплощать.

Что до самой идеи, то сегодня она выглядит настолько органично, что даже сложно сказать, кто и когда именно ее озвучил. По сути, мысль сделать в этом месте научный центр и образовательное ядро для подготовки кадров связана с историей самого Сарова и ВНИИЭФ. Это первый ядерный центр в стране, центр ядерной науки, здесь работали великие, это место связано с именами Игоря Курчатова, Игоря Тамма, Якова Зельдовича, Юлия Харитона... Здесь наука на первом месте, и все понимают, что для ее развития необходимы исключительно высококвалифицированные сотрудники, ученые. Как сохранить преемственность, чтобы связь поколений, появление новых выдающихся ученых не прерывались? Обсуждались разные пути и варианты, но в результате пришли к тому, что все-таки, похоже, самым эффективным способом стало бы формирование высшего учебного заведения непосредственно рядом с самим городом Саровом.

Идею согласовали ректор МГУ Виктор Антонович Садовничий, глава Росатома Алексей Евгеньевич Лихачев и тогда президент Российской академии наук, а сейчас научный руководитель НЦФМ Александр Михайлович Сергеев.

Мы начали с набора в магистратуру, потом стали набирать аспирантов. В первые два года набирали по 50 магистрантов, сейчас — по 80 в год. В аспирантуру первый набор был 10 человек, далее набираем по 20 человек в год, 12 физиков и 8 математиков.

— Почему решили создавать филиал именно МГУ?

— Если мы ориентируемся на специалистов самого высокого уровня, если мы хотим получать ученых — мировых лидеров, вариантов немного. Национальный центр физики и математики создавался как центр мирового уровня, центр номер один. Здесь

находится ядерный центр номер один. Логично, что образовательным ядром стал МГУ.

И важно отметить, что появление филиала МГУ и создание НЦФМ в обязательном порядке идут вместе. Если мы уберем филиал Московского университета, где будут готовить кадры для НЦФМ? А сам НЦФМ — открытая научная площадка, которая, безусловно, является привлекательной для ученых, которых готовят в филиале МГУ. Симбиоз науки и образования, они всегда идут рука об руку.

— Филиал МГУ находится в самом Сарове? Какие ограничения это накладывает на студентов? На них распространяется пропускной режим?

— Смотрите, город Саров — это закрытое территориальное образование, мы находимся в шести километрах на территории технопарка «Саров», где реализуется проект НЦФМ и работает наш филиал как важная часть проекта. Конечно, это регламентированная площадка, чтобы здесь находиться, нужно оформлять пропуск, но это не проход через КПП и в каком-то смысле все намного проще. Учебный процесс сейчас организован в здании бизнес-инкубатора: он был перестроен, отремонтирован, хорошо оснащен.

У всех студентов в обязательном порядке оформлены пропуска в сам город Саров: они проходят научную практику во ВНИИЭФ и, конечно, могут приезжать и в сам город. Это большой плюс. Но в то же время строгая система допуска и связь с предприятиями, которые находятся в ЗАТО, накладывает на нас некоторые ограничения. В частности, мы не принимаем в филиал иностранных граждан: теоретически на территории технопарка они находиться могут, но не получают доступ в Саров, а значит, у них не будет

практики, они будут отлучены от экспериментальной базы. Тогда нахождение в филиале теряет смысл.

— Насколько активно сегодня используются экспериментальные базы ВНИИЭФ?

— Очень активно. Основная научная и производственная практика проходит именно там. И это большая заслуга руководства Росатома: они способствовали тому, чтобы предоставить доступ нашим студентам и аспирантам к имеющейся экспериментальной базе. Да, учить «всухомятку», по бумажкам, на каких-то моделях, наверное, можно, но специалистам высокого уровня — а мы ведь растим именно таких — нужна реальная работа. Поверьте, дать доступ студентам и аспирантам к установкам такого класса, как во ВНИИЭФ, — это очень непросто. И мы очень благодарны Росатому за то, что принципиальное решение по этому поводу было принято и наши ребята могут использовать экспериментальную базу самого института.

— Откуда студенты попадают в МГУ Саров?

— Со всей страны. В наборе прошлого года, по моему, физики к нам приехали из 17 разных университетов, математики — из 14. География — от Владивостока до Калининграда. Мы сознательно проводим такую политику: если мы ориентируемся на подготовку специалистов мирового уровня, начинать надо с того, что к нам приходят хорошие студенты.

Существует стандартная информационная политика, информационные каналы, через которые распространяется информация о филиале. Но делаем и много нестандартных шагов. Например, в прошлом году при поддержке Александра Михайловича Сергеева мы организовали так называемый научный десант: представители филиала МГУ в Сарове и НЦФМ,

Мероприятия приемной кампании по набору в МГУ Саров

Направления работы в рамках приемной кампании	Широкая информационная кампания	Ведение и продвижение социальных сетей («ВКонтакте», Telegram), интернет-реклама, публикации и информационные материалы в СМИ (в т.ч. федерального уровня) и корпоративных изданиях
		Участие в федеральных мероприятиях (Международный форум «Атомэкспо», Конгресс молодых ученых, образовательный форум ММСО, фестиваль «Наука 0+», олимпиада «Я — профессионал» и иные)
		Проведение дней открытых дверей, онлайн-мероприятий, трансляция лекций ведущих преподавателей МГУ Саров
		Привлечение амбассадоров как инструмент продвижения МГУ Саров и НЦФМ
	Работа с вузами	Скаутинг в ведущих университетах, опорных вузах Росатома
		Участие в днях карьеры, выставках и форумах по профориентации
		Визиты практикантов РФЯЦ-ВНИИЭФ
	Мероприятия по отбору лучших студентов	Проведение универсиады МГУ Саров
		Проведение форума лидеров студенческих научных обществ на площадке МГУ Саров и НЦФМ
		Проведение научных школ НЦФМ
Набор студентов из головного МГУ		Издание студенческого научного журнала с возможностью публикации молодых ученых, выпуск подкаста «Не учи ученого» от СНО МГУ Саров
		Проведение совместных мероприятий на площадке головного МГУ и МГУ Саров
		Визиты ведущих ученых в МГУ Саров

сотрудники, профессора проехали по большому количеству городов. Мы были в Томске, Новосибирске, Екатеринбурге, Челябинске, Казани, Нижнем Новгороде, других городах. В каждом городе мы собирали студентов разных вузов на отдельной площадке, где, с одной стороны, рассказывали им про НЦФМ, про научные программы, почему важно знать и вовлекаться в проекты центра. С другой стороны, конечно, рассказывали про филиал МГУ в Сарове: чем он занимается, чем интересен, какие преимущества дает, в каких условиях ребята там живут, учатся и работают.

У наших потенциальных студентов есть также возможность приехать на площадку и увидеть все своими глазами: правда, для этого нужно стать участником конкурса имени Игоря Тамма и выйти во второй тур, который как раз и проводится на территории технопарка.

— **Конкурс имени Игоря Тамма — это, скорее, образовательный проект или способ отбора талантливых студентов в магистратуру и аспирантуру?**

— И то и другое. Он называется Всероссийский студенческий физико-математический конкурс-школа имени Игоря Тамма. Все желающие студенты выпускных курсов бакалавриата физико-математических и инженерно-технических специальностей регистрируются и проходят онлайн-тестирование — это первый отборочный тур. Лучшие участники получают приглашение на шестидневную образовательную программу в Саров, где они посещают лекции ведущих ученых, профессоров МГУ, ходят на экскурсии по лабораториям кампуса НЦФМ и филиала МГУ в Сарове. И там же для них проходит очный финальный этап конкурса, в который входит письменная работа и устное выступление по научной тематике — это может быть представление проекта или курсовой, которой студент занимается, для жюри это возможность увидеть, как человек умеет выражать свою мысль, как ориентируется в лабиринтах научных идей, как формулирует тезисы. Победители получают льготы при поступлении в магистратуру филиала МГУ в Сарове. Участие в конкурсе бесплатное: студентам оплачиваются транспортные расходы, проживание, питание. Культурная и образовательная программы тоже бесплатны. Так что да, с одной стороны — это просветительский проект, школа, с другой — конкурсный отбор будущих студентов МГУ Саров. И еще это возможность для ребят увидеть своими глазами, как у нас все устроено, а для нас — увидеть и выбрать будущих магистрантов.

— **А если не через конкурс Игоря Тамма, как можно поступить в МГУ Саров?**

— Стандартный способ, как везде, — вступительные экзамены. Существуют также предварительные испытания, которые можно пройти до стандартных экзаменов, — универсиада. Она проводится в МГУ и в филиале в Сарове. Состоит из двух туров — отборочный и финальный, в них входят экзамены, контрольные работы. Зачисление происходит по количеству набранных баллов.

— **Обучение в МГУ Саров платное?**

— Филиалу выделены бюджетные места, при поступлении на которые обучение бесплатно, но можно заключить договор и на платное обучение.

— **Кто преподает в филиале?**

— Преподаватели Московского государственного университета — на 90%. Мы иногда привлекаем специалистов из институтов РАН или практиков с предприятий. Но база — сотрудники МГУ. Нам удалось собрать уникальный преподавательский состав — это лучшие специалисты в своей области.

Все преподавание очное, что, конечно, тоже непросто организовать. Мы заинтересованы в преподавателях высшей квалификации, по некоторым программам у нас буквально штучные специалисты. Это всегда люди востребованные, они, как правило, все преподают на площадке МГУ: у нас два базовых факультета — физический и вычислительной математики и кибернетики. Мы договариваемся с преподавателями, находим интервалы в расписании: как правило, они приезжают по два-три раза за семестр, читают лекции, проводят семинары. Несмотря на все логистические и организационные сложности, мы стараемся учебный процесс выстроить максимально эффективно. В противном случае о хорошем освоении материала речи идти не может.

— **Как именно студенты работают на базе ВНИИЭФ?**

— В учебном плане у студентов есть понятие научной практики: она проходит в разных институтах в Сарове. Так, например, лазерщики работают в Институте лазерно-физических исследований. Конечно, разные специалисты на профильных площадках всю научную работу проводят с ориентацией на конкретные

Профессорско-преподавательский состав МГУ Саров

- 5 академиков РАН
- 8 членов-корреспондентов РАН
- 3 профессора РАН
- 42 доктора наук
- 68 кандидатов наук
- 15 преподавателей, имеющих государственные премии РФ, премии президента РФ, премии правительства РФ, научные премии

проекты. Это могут быть проекты, которые инициируются МГУ, но по большей части они заточены под тематику, которой занимается ВНИИЭФ.

РФЯЦ нацелен на совершенно конкретные задачи, и отлично, что наши магистранты и аспиранты встраиваются в них с самого начала практики. По сути, у нас симбиоз: с одной стороны, преподаватели МГУ с их основательностью, фундаментальностью научного подхода, с другой — практики, сотрудники предприятий и лабораторий, которые на местах непосредственно курируют работу учащихся. У каждого нашего студента два научных руководителя. Один — основной, второй — консультант.

— **Стипендия у студентов филиала МГУ в Сарове выше, чем в среднем по стране?**

— Да, поскольку мы готовим уникальных специалистов в уникальных условиях, мы предъявляем к ним повышенные требования: везем на площадку технопарка вблизи закрытого города, мотивируем работать в научных лабораториях над сложными проектами. Поэтому и стимулирующие меры должны быть соответствующими. У нас все магистранты, которые успешно осваивают учебную программу, получают стипендию по 55 тыс. рублей в месяц, аспиранты — по 75 тыс. рублей.

— **Какой карьерный путь может быть у выпускников МГУ Саров?**

— Варианты разные. Выпускник магистратуры может остаться у нас в аспирантуре, может остаться работать во ВНИИЭФ в Сарове, другое значимое для нас направление — работа в НЦФМ. Утверждена научная программа центра, уже выполняются проекты, так что здесь наши выпускники также очень востребованы. Еще одно направление — высокотехнологичные предприятия страны, включая предприятия Росатома — госкорпорации знаний. Без науки там никуда, существует множество направлений, куда можно приложить свои научные силы, возможности, амбиции.

— **Что чаще всего выбирают сами выпускники?**

— У нас пока был только первый выпуск в прошлом году — до него дошли 42 человека из 50 набранных, что в общем-то нормально. Из них 32 человека пошли работать во ВНИИЭФ. Часть из этих ребят параллельно поступили в аспирантуру к нам. Три или четыре человека ушли работать на другие предприятия Росатома, не в Сарове. Кто-то ушел в аспирантуру академического института.

— **Каковы сейчас бытовые условия для учебы и проживания студентов и аспирантов в МГУ Саров?**

— На площадке НЦФМ создается своеобразный академгородок, конечно, мы являемся его частью. Учебный корпус, как я уже говорил, это офисное здание, которое было реконструировано и оснащено

современным оборудованием. От общежития до учебного корпуса — 300 м.

Поначалу для проживания студентов использовались домики-таунхаусы: это такие двухэтажные коттеджи примерно по 120 м², комнаты, полностью оснащенная техникой кухня. В каждом домике живут пять-шесть человек, по двое в комнате.

Постепенно коллеги из Росатома построили дополнительные современные двухэтажные апарт-комплексы: число учащихся растет, нужны новые площади для размещения (что важно — для бесплатного размещения). И должен сказать, что в новых апарт-комплексах исключительно комфортные условия для жизни, которым позавидуют практически все студенты других вузов.

При желании студенты и аспиранты могут пользоваться инфраструктурой города Сарова: поликлиниками, досуговыми центрами и т. д.

— **Где живут те, кто остается работать во ВНИИЭФ?**

— Те, кто при этом остается учиться у нас в аспирантуре, могут жить на территории академгородка, если им так удобно. Но в принципе ВНИИЭФ помогает своим сотрудникам решать вопросы с жильем.

— **Как осуществляется набор в аспирантуру?**

— Аспиранты у нас все целевые. Их направляют предприятия по договорам целевого обучения. Это означает, что люди после аспирантуры возвращаются на то же предприятие.

— **Это только предприятия Росатома?**

— У нас нет подобных ограничений. Теоретически любое предприятие может направить к нам аспирантов. Вопрос: нужно ли им это? Программа обучения диктует определенную направленность, она, конечно, ближе госкорпорации.

— **Можно ли сравнить МГУ Саров с каким-то другим вузом в России?**

— Прямых аналогов точно не найду. Это все же уникальное явление: с одной стороны — высокий уровень подготовки, с другой — нацеленность на предметную подготовку. Здесь невероятная концентрация интеллекта, который привлекается для подготовки ребят, — в лице преподавателей, в виде научных задач, которые ставятся. И сами ребята проходят серьезные испытания и отбор. Мне и в зарубежной практике с ходу очень сложно найти аналог.

— **Сколько сейчас образовательных программ?**

— Пять. «Теоретическая физика», «Лазерная нелинейная оптика и фотоника», «Экстремальные электромагнитные поля, релятивистская плазма и аттосекундная физика», «Суперкомпьютерные

технологии математического моделирования и обработки данных», «Вычислительные методы и методика моделирования».

Каждую программу можно назвать уникальной и по содержанию, и по преподавателям. С самого начала мы формировали программы таким образом, чтобы ориентироваться на мировой уровень науки.

— Выстраиваете ли вы какие-то виды сотрудничества — обмен опытом, коллаборации, совместные проекты или программы — с другими вузами?

— Мы несколько раз обсуждали такую возможность, но каждый раз мы все аккуратно взвешиваем. Безусловно, есть очень сильные вузы с сильными программами, которых можно рассматривать как партнеров. С другой стороны, если мы планируем что-то совместное, совместную учебную программу, то это не только мы привносим что-то кому-то, но и кто-то должен привнести новое нам. И тут начинаются сомнения: стоит ли игра свеч, потому что это в любом случае отвлечение от основного учебного процесса, замена какого-то элемента нашей учебной программы.

Поймите правильно: мы не зазнайки, мы абсолютно открыты и взаимодействуем с внешним миром. Более того, мы всячески поощряем наших ребят участвовать в конференциях и студенческих мероприятиях. Ребята очень активные: они организовали студенческое научное общество — СНО, организовали слет студенческих научных обществ, по своей инициативе устанавливают контакты с другими университетами и научными обществами. Сами вышли на МАРХИ — архитектурный институт, вузы Дальнего Востока, Новосибирска. Эти контакты правильные, «перекрестное опыление» тут должно быть, безусловно. Но когда мы говорим про совместные учебные программы, мы должны на уровне руководства аккуратно оценивать их целесообразность. Понятно, что это будет дополнительная административная нагрузка, нагрузка на ребят, потому что, как правило, это переезд, это обучение в новом месте... А стоит ли оно того?

— У студентов МГУ Саров очень насыщенный образовательный процесс?

— Да, у них очень насыщенная программа, поэтому пока мы и не нашли серьезных аргументов, чтобы вносить что-то новое, осуществлять совместные проекты. Не исключаю, что в будущем нечто подобное будет реализовываться, все-таки совместные программы имеют хороший потенциал. Если мы договариваемся о совместной программе с каким-то вузом, то мы, с одной стороны, этих ребят привлекаем к филиалу, а с другой стороны — они не уходят из своего родного вуза, вроде бы это хорошо всем. Нужно понять, как это организовать. Но это пока задача на перспективу.

— Как в целом вы относитесь к междисциплинарному подходу в образовании? Будущее за узкопрофильными специалистами или специалистами

с широким спектром знаний и компетенций? Каких именно специалистов готовит МГУ Саров?

— МГУ всегда по определению давал кругозор, который настраивал на широкое восприятие мира. Известные выпускники МГУ, в том числе выдающиеся академики, которые меняли мир, делали абсолютно конкретное дело, и делали его на мировом уровне. Среди выпускников физфака есть и нобелевские лауреаты, которые, с одной стороны, получили широкое образование, с другой — сделали конкретное дело. Мы сторонники того, что нужно дать студенту много материала: ребята должны понимать взаимосвязь вещей, они должны двигаться широким фронтом, но при этом не отрываясь от земли, имея много практики — научной, учебной, производственной. На этой самой практике в конкретных институтах происходит приземление и работа руками. Но база на 100% должна быть основательной, широкой. И без этого никуда.

— Почему все же не связанные никакими обязательствами выпускники часто остаются работать в Сарове? Что их привлекает? Есть какие-то мотивационные программы?

— Это же интересно! Это живое дело мирового уровня, когда ты это понимаешь, к этому приобщаешься, оно затягивает. Вдохновляет понимание, что никто до тебя этого не делал. Это важно. У нас, например, в ИТ-отрасли есть монстры, которые «пылесосят» рынок, собирают к себе всех хороших специалистов, — «Яндекс», МТС, «Мегафон», Mail.ru, но ведь там огромное количество рутины, программирования, создания приложений. Сначала ребята радуются: я пошел работать в крутую компанию, но нередко понимают, что там — not a Rocket Science (не супер-сложные серьезные задачи. — Прим. ред.).

Ведь есть ребята, у кого мозги ориентированы на то, чтобы стать первым, изобретать, им интересно сделать то, чего не делал никто и никогда. Или же решится абсолютно конкретную задачу, которая опирается на технологии, сегодня кажущиеся фантастическими.

— Они идут за наукой, за научными открытиями?

— А где грань между наукой и разработкой способа повышения эффективности отдачи нефтяной скважины? Это решается на основе серьезной науки, но тут же внедряется в практику.

Когда вы проектируете термоядерные реакторы на абсолютно новых принципах — да, без науки тут ничего не сделать. Но ты сделаешь что-то, что будет работать бесконечно долго. Что-то совершенно новое. Это, конечно, затягивает. Может быть, не всегда в подобной работе происходит быстрая отдача, но тем не менее.

— Какой сейчас конкурс в МГУ Саров?

— В прошлые годы был примерно по три человека на место. В этом году пока не берусь делать прогноз.



— В МГУ Саров есть магистратура и аспирантура. Нет ли планов запустить бакалавриат?

— Мы уже движемся в эту сторону. С будущего учебного года мы хотим запустить спецгруппу с первого курса, которая начнет обучаться на физфаке МГУ в Москве с регулярными поездками в Саров, в том числе на практику. Потом постепенно на пятом-шестом курсе мы полностью переведем ребят в филиал. Это будет отдельный набор, 24 человека, отдельная группа, которая будет учиться по специальной программе. Она будет более интенсивная, более глубокая, будет идти достаточно широким фронтом.

Это будет специалитет. На физфаке МГУ уже сейчас нет понятия «бакалавр» и «магистр», все, кто поступает учиться, идут на специалитет — учатся шесть лет в обязательном порядке. И спецгруппа для Сарова будет набираться исходя из того же принципа. У этих студентов будет повышенная стипендия, даже во время учебы в Москве, начиная с первого курса.

Повышенная стипендия — необходимый, но все-таки не достаточный элемент, чтобы привлекать ребят в Саров. Мы это понимаем: здесь имеет значение еще и приобщенность к науке, элитарность в хорошем смысле, дух причастности к чему-то высокому.

— Как будет проходить отбор в спецгруппу, какими будут экзамены?

— Пока конкурсные экзаменационные процедуры стандартные. Но мы думаем над тем, что нам нужны особые системы отбора: ценно видеть человека вживую, понимать его потенциал и мотивацию.

Мы тесно работаем с Росатомом, набирая ребят на первый курс. У Росатома есть такая замечательная вещь, как атомные классы, которым госкорпорация помогает в плане преподавания физики и математики. Это как раз наша аудитория. Важно говорить с ребятами из атомных классов в разных городах, чтобы их правильно направить: для них спецгруппа физфака — уникальная возможность выделиться и определить свою жизненную траекторию.

Росатом сейчас также вокруг себя объединяет специализированные учебно-научные центры (СУНЦы) — один есть в Москве в МГУ, один в Новосибирске, сейчас СУНЦев больше 10 по всей стране уже. Ребята, которые учатся и будут учиться в СУНЦах, тоже потенциальные кандидаты на поступление в нашу спецгруппу.

Работа по отбору очень важна. Либо к нам приходит какое-то безумное количество соискателей — 10 человек на место, но неизвестно кто, либо штучные ребята, про которых заведомо понятно, что у них очень хороший уровень. Как соблюсти баланс — широкая информационная кампания или точечная работа по правильной целевой аудитории? Наверное, нам нужно делать все это, и система отбора сбалансируется.

Понимаете, у нас ведь нет задачи сделать конкретного специалиста, который знает, как сделать, условно, какую-то конкретную штучку. Наш выпускник должен понимать, как устроены разные процессы, иметь широкий кругозор. Здесь особые учебные программы, лучшие преподаватели, научные задачи, вовлеченность в проекты серьезных организаций. Все это в совокупности и должно привлекать ребят, которые хотя бы становятся новыми Курчафовыми и Таммами.

Текст: Марина Полякова
Фото: из личных архивов студентов, НЦФМ, Архитектурная группа ДНК

Центр научных мечтаний

Как студенты приходят в МГУ Саров, над чем работают и какие планы строят на будущее

Передовые научные исследования, звездный состав преподавателей и большие стипендии — это лишь малая часть того, что отличает МГУ Саров от других вузов. Сейчас там учатся около 140 магистрантов и аспирантов, но к 2030 году их число

вырастет в несколько раз. Мы поговорили со студентами филиала и выяснили, как живут и учатся будущие Курчатовы, можно ли при плотном графике найти время на вечеринки и станет ли НЦФМ новым ЦЕРНом.



Сергей Клопов

Студент 1-го курса магистратуры, направление «Экстремальные электромагнитные поля, релятивистская плазма и аттосекундная физика»

На бакалавриате я учился в Нижнем Новгороде, в университете имени Лобачевского, на радиофизическом факультете по направлению «Радиофизика». Но родом я из Сарова, многие в моей семье работают во ВНИИЭФ.

Поэтому я знал о существовании саровского технопарка с момента его открытия, был тут несколько раз, еще когда МГУ Саров даже не планировался, ну и вообще, наблюдал с момента создания филиала, как и что тут происходит. И спустя два года после открытия я решил, что буду продолжать обучение в магистратуре именно тут.

С друзьями, которые уже успели тут обосноваться, я был на связи, и по их рассказам готовился к чему-то классному и сложному одновременно, к парам с 9 утра до 8 вечера и полному отсутствию свободного времени. В целом мои ожидания совпали с реальностью: тут и правда классно, и мы действительно часенько учимся допоздна. МГУ Саров мне понравился в первую очередь своей камерностью, удаленностью от суеты и шума, даже несмотря на то, что сейчас во всю идет стройка — возводят новые учебные корпуса и таунхаусы.

Отдельная гордость МГУ Саров — преподавательский состав. Все лучшие профессора московского МГУ приезжают к нам на интенсивную неделю лекций. Это достаточно удобно и позволяет погрузиться в учебу с головой. Наше расписание построено так, что один преподаватель читает нам лекции два-три дня подряд. При этом мы с преподавателями постоянно в контакте: они живут в гостинице в соседнем здании, и мы всегда можем подойти и задать вопрос.

Мой любимый предмет — принципы нелинейной оптики, его ведет Илья Владимирович Головин, профессор кафедры общей физики нелинейных процессов МГУ.

Мы все с первого курса занимаемся научной работой, выполняем ее на площадках ВНИИЭФ. Первый курс ездит в ядерный центр раз в неделю, второй — гораздо чаще. Чем ближе к диплому, тем больше времени ребята посвящают научной работе.

Несмотря на очень плотное расписание, у нас все-таки иногда бывает свободное время, особенно в начале семестра. У нас в филиале проходит много интересных мероприятий от «Территории культуры Росатома», проводятся концерты, мастер-классы, встречи с молодыми учеными, которые рассказывают о своем научном пути и делятся советами, и многое другое. А еще председатель нашего Студенческого научного общества договорился с автошколой — теоретические занятия для тех, кто хочет получить права, проходят прямо в кампусе. А практикуются ребята уже в Сарове. Очень удобно и очень полезно, около сорока человек учатся или уже отучились на этих курсах.

Мы вообще любим веселиться: вечеринки в таунхаусах — это уже своего рода бренд МГУ Саров, на них время у всех откуда-то находится даже в самую загруженную сессию. Раньше еще проводили кино-вечера, сейчас из-за загруженности стали все реже их устраивать, но надеюсь, что, когда освободимся от всех зачетов и экзаменов, их возобновим. Традиция-то отличная.

Мне очень приятно наблюдать за тем, как университет развивается, как про МГУ Саров начинают говорить за пределами нашего кампуса, в других городах и вузах. Про нас знают, это здорово! Наш научный руководитель, Александр Сергеев, ездит по всей стране с проектами «Время науки», «Научный десант», рассказывает о нашем филиале, а наши студенты становятся участниками различных мероприятий, таких как Конгресс молодых ученых. Общаться со студенческим научным сообществом и обмениваться знаниями и идеями очень важно.

Когда в старших классах нужно было сделать выбор, куда поступать и какие предметы сдавать, папа предложил мне сделать упор на физику, чтобы потом поступать в военную академию в Санкт-Петербурге. Я должна была стать военным связистом. Но что-то пошло не так, я испугалась ехать в другой город одна, да еще и в военную академию. Осталась в Москве, поступила на бакалавриат в РУДН на направление «Общая физика».

Учиться мне нравилось, и когда дело дошло до магистратуры, решила продолжить изучать физику и поступать в МГУ в Москве. Мне не хватило буквально пары баллов, чтобы поступить на бюджет, и меня направили в саровский филиал, где конкурс был чуть поменьше.

Ехать в Саров было немного тревожно, я почти ничего не знала ни о городе, ни о вузе, ни об НЦФМ. Прочла только, что это закрытый атомный город, и видела пару фото в интернете. Хорошо помню, что когда только сюда приехала, поняла, что все вокруг напоминает сериал «Твин Пикс» — природа, атмосфера, даже люди такие же своеобразные. Очень душевно.

Если говорить об учебе, то я ни разу не пожалела о том, что поступила сюда. Мне очень нравится МГУ Саров, нравится принцип образования и вахтовый метод, когда преподаватели приезжают на неделю и читают половину курса сразу. Это очень удобно, ведь у тебя есть возможность глубоко вникнуть в предмет, не отвлекаясь ни на что другое, понять все закономерности и сразу задать вопросы. Все наши преподаватели — из МГУ, и предметы они читают те же, что и на московском физфаке, так что я ничего не потеряла, поступив сюда. Преподаватели понимают, что мы все пришли из разных вузов и у нас разный бэкграунд, поэтому стараются дать больше базовой информации, чтобы заполнить возможные пробелы.

Одно из моих любимых мест в кампусе — учебная лаборатория. Физику я понимаю по экспериментам: я пойму процесс, если увижу, как он работает.

Хорошо помню наш первый эксперимент: мы изучали аберрации — то, как изменяется луч, проходя через зеркала и другие оптические элементы. Было безумно любопытно, в том числе потому, что преподаватели очень интересно построили эксперимент: мы и аберрации сами получали, и интерпретировали их, и обрабатывали результаты.

Конечно, у нас очень большая нагрузка и очень много домашней работы, но это компенсируется высокой стипендией, которая позволяет нам полностью посвятить себя учебе и не работать. Мы стараемся хоть иногда находить свободное время и пару раз в месяц выбираться погулять в Арзамас или Нижний Новгород, иногда я катаюсь в Москву к родственникам, езжу в Саров на маникюр.

Бывает, мы с ребятами с разных курсов собираемся и играем в настольные игры. Недавно купили игру «Ужас Аркхэма» по мотивам произведений Говарда Лавкрафта. Раз в неделю мы ездим в Саров в бассейн «Дельфин» и иногда в спортивный комплекс «Икар». На территории технопарка тоже есть небольшая спортивная площадка, где многие ребята занимаются.

Кроме того, у нас есть проект работы со школьниками — наши ребята ездят по школам Нижегородской области и читают детям лекции о науке. Это отличный опыт, потому что, объясняя тему, ты сам в ней еще глубже разбираешься. Было бы здорово, если бы в МГУ Саров нам читали курсы по ораторскому мастерству. Это важно не только для общения с людьми, но и для выступления на конференциях, которых становится все больше. Да и на защите диплома пригодится.



Полина Алешина

Студентка 1-го курса магистратуры, направление «Лазерная нелинейная оптика и фотоника»





Сусанна
Ростомян

Студентка
2-го курса
магистратуры,
направление
«Вычислительные
методы и методика
моделирования»

На фото

Архитектурный
облик НЦФМ

Бакалавриат я оканчивала в МГУ в Ереване — там отличный филиал с сильным математическим направлением. Там же я и узнала о том, что открылся МГУ Саров, и решила поступать на магистратуру именно сюда. И не пожалела.

Мне понравилось здесь с первых дней — нас, уставших после долгой дороги, очень тепло встретила администрация и другие ребята: все показали и рассказали, отвечали на все вопросы. Буквально через пару дней после заселения у нас была встреча с Алексеем Лихачевым — он приехал к нам познакомиться, рассказать о Росатоме и том, что нас ждет во время учебы, пожелал успехов. Мы все были впечатлены таким вниманием и заботой, это очень приятно.

Если говорить о самой учебе, то учиться, конечно, нелегко: программа интенсивная и сложная, это одновременно и научная деятельность, и учеба. Кроме того, мы участвуем во многих конференциях, научных школах и т. д. Но когда ты занимаешься областью, которая тебе интересна, это дается легче и приятнее. Так как в Ереване я тоже училась в филиале — преподаватели точно так же приезжали к нам вахтовым методом, я к такому привыкла и никаких сложностей не испытываю. Ты не отвлекаешься на другие дисциплины и сильнее погружаешься. Тем более что преподаватели всегда на связи, и мы всегда можем попросить устроить онлайн-консультацию. Но знаю, что первое время многим ребятам было непросто перестроиться.

Мне кажется, у нас очень разнообразная учебная программа. Много практических занятий, есть очень

интересные дисциплины: и математическое моделирование, и тензорная алгебра, и работа с «Логосом». Моя дипломная работа посвящена разработке метода для решения уравнения теплопроводности на основе нейронных сетей. Это крайне актуальное направление, нейросети сейчас везде. В будущем я хочу работать во ВНИИЭФ и продолжать заниматься этой темой.

Многие ребята состоят в студсовете и студенческом научном обществе, разрабатывают проекты по популяризации науки. Я руковожу проектом по работе со школьниками «Окно в Юниоры». Мы ездим по разным школам, рассказываем о науке и направлениях НЦФМ. Недавно мы в одной из саровских школ устроили квест, приуроченный к юбилею Российской академии наук. Ребята выполняли задания и узнавали больше о великих ученых и их открытиях. Отличный формат, который позволяет держать фокус внимания.

Кампус у нас потрясающий, очень комфортный и красивый. Нравится, что тут тихо, спокойно, вокруг природа, птички поют, лягушки скачут. Наверное, единственное, чего мне не хватает, — это бассейна. Но я знаю, что в будущем он планируется, много всего еще строится.

А еще через несколько лет в НЦФМ появится лаборатория суперкомпьютерных двойников промышленных объектов. Это моя любимая лаборатория: там можно будет моделировать суперсложные объекты, например самолеты и ракеты, и проводить на этих моделях исследования. Это очень перспективное направление.



В аспирантуре я занимаюсь физикой элементарных частиц, изучаю электромагнитные свойства нейтрино.

Одна из задач в рамках моей кандидатской диссертации — реализация в Сарове эксперимента по изучению когерентного упругого рассеяния и поиск магнитного момента нейтрино. Этот эксперимент проводится в рамках восьмого научного направления Национального центра физики и математики «Изучение физики изотопов водорода».

В России в целом не так много институтов, которые занимаются исследованиями нейтрино: это МГУ, Физтех, ОИЯИ и еще парочка. При этом вся та группа ученых, которые занимаются этими исследованиями в нашей стране, хорошо известна на мировой арене. В частности, наша научная группа Александра Студеникина участвует в больших уникальных мировых проектах. Например, наш проект в Сарове мы делаем вместе с коллегами из Италии: они никуда не уходили и связи с нами не разрывали. В скором времени, я думаю, таких коллабораций международных у нас будет больше.

Магистратуру я также оканчивал здесь, в МГУ Саров, так что сомнений в выборе места для прохождения аспирантуры у меня не было. Здесь перед всеми нами стоит сложная и важная задача, как научная, так и организаторская, — создание Национального центра физики и математики как такового.

Конечно, есть некоторые шероховатости — и аспирантура новая, и направление деятельности для

Сарова тоже новое. Здесь не очень много экспертов в физике элементарных частиц, поэтому приходится ездить в Москву, чтобы с ними работать и взаимодействовать.

Мне повезло изначально почувствовать какую-то философию НЦФМ, идею этого проекта. Поэтому, когда что-то шло не так, я воспринимал это как вызов и понимал, что это самый старт и дальше будет только лучше. Самое главное в МГУ Саров и НЦФМ — это люди, которые максимально вовлечены во все процессы и изо всех сил стараются ради проекта. Это не только наши сотрудники и преподаватели, но и руководство: Алексей Лихачев, Татьяна Терентьева, Александр Сергеев и многие другие. Все они вкладываются, чтобы создать здесь действительно сильный научный кластер.

Нам важно агрегировать вокруг НЦФМ, вокруг Росатома инженерную и научную молодежь России. В этом очень сильно помогают Студенческое научное общество и научные школы НЦФМ: к нам приезжают молодые ученые со всей страны, узнают больше об МГУ Саров, знакомятся с нашими студентами и преподавателями.

Я искренне верю, что НЦФМ с годами будет становиться все лучше, тут будет расти концентрация научных деятелей со всего мира. При этом хочется видеть это место не просто академгородком, а зоной мечтаний, куда будут стекаться не только физики и математики, но и люди искусства, писатели, архитекторы и т. д. Такая синергия поможет создавать новые необычные проекты на стыке дисциплин.



Максим
Вялков

Аспирант кафедры
теоретической
физики

Научные созвездия

НЦФМ объявил о проведении девяти научных школ в 2024 году



Как воспроизвести космические процессы в лаборатории? Есть ли возможность увеличить производительность суперкомпьютеров? Что общего у темной материи и b-кварков? Нужно ли приручать нейтрино? Получится ли объединить естественные и искусственные нейросети? Ответы на эти и другие не менее интересные вопросы современной науки ищут ученые по всему миру. У молодых российских исследователей есть возможность узнать о самых актуальных научных тенденциях и представить свои работы маститым ученым.

В рамках Десятилетия науки и технологий Национальный центр физики и математики при поддержке Росатома и РФЯЦ-ВНИИЭФ проводит цикл школ для студентов и молодых ученых по различным

направлениям физики, прикладной математики и информационных технологий.

Школы НЦФМ — это лекции и семинары ведущих ученых и специалистов из крупных российских вузов, институтов РАН, научных центров и высокотехнологичных компаний, развивающих множество областей современной науки: от физики ядра и элементарных частиц до физики твердого тела и плазмы в экстремальных условиях.

НЦФМ начал проведение научных школ в 2022 году. Тогда состоялись четыре школы: Международная школа по физике нейтрино и астрофизике, Всероссийская школа по физике высоких энергий и ускорительной технике, Всероссийская школа по лазерной физике и лазерным технологиям, Всероссийская школа по математическому моделированию на суперЭВМ экса- и зеттафлопсной производительности. В 2023 году научные школы прошли по всем



направлениям научной программы НЦФМ — от искусственного интеллекта и архитектуры суперкомпьютеров до физики частиц и космологии. В 2023 году школы НЦФМ очно посетили более тысячи студентов и молодых ученых из более чем 40 городов России.

Участники школ могут познакомиться и пообщаться с известными учеными, чьи работы находятся на острие научно-технического прогресса, а также со своими талантливыми и амбициозными сверстниками и, что особенно важно, представить свои исследования и получить консультационную поддержку выдающихся представителей научного сообщества.

В школах НЦФМ могут участвовать студенты старших курсов бакалавриата, специалитета, магистратуры, аспиранты, молодые ученые до 39 лет по физическому, механико-математическому, информационно-технологическому и смежным направлениям. Каждый участник может сделать доклад (устный или со стендом) о своем научном исследовании по тематикам школы и близким научным направлениям. Для участников, чьи заявки отбирает программный комитет школы на конкурсной основе, проживание, питание, научная и культурная программы бесплатны, транспортные расходы компенсируются.

Проведение научных школ особенно актуально в свете необходимости подготовки молодых кадров для ускоренного развития отечественной исследовательской инфраструктуры и внедрения новейших технологий для обеспечения научно-технологического суверенитета России.

Подробности

Главная тема

Расписание научных школ по тематикам направлений научной программы НЦФМ на 2024 год:

21–24 мая — II Всероссийская школа по проблемам исследований в сильных и сверхсильных магнитных полях.

1–5 июля — II Всероссийская школа по экспериментальной лабораторной астрофизике и геофизике.

8–12 июля — II Всероссийская школа по физике элементарных частиц им. В. А. Рубакова.

22–26 июля — III Всероссийская школа по физике высоких энергий и ускорительной технике.

26–29 августа — II Всероссийская школа-семинар «Центр исследования архитектур суперкомпьютеров».

23–27 сентября — XVII Международная школа по физике нейтрино и астрофизике.

8–10 октября — XV Всероссийская школа по лазерной физике и лазерным технологиям.

25–29 ноября — II Всероссийская школа-семинар по искусственному интеллекту и большим данным в технических, промышленных, природных и социальных системах.

2–6 декабря — III Всероссийская школа-семинар в области математического моделирования на суперЭВМ экса- и зеттафлопсной производительности.



Атомные награды

Росатом получил две награды всероссийского конкурса «Лучшее корпоративное медиа» за фильм о людях и ежегодный буклет «Человек года Росатома»



24 апреля 2024 года в павильоне «Атом» на ВДНХ в рамках Ежегодной международной конференции «Роль коммуникаций и корпоративных СМИ в стратегическом управлении компанией» наградили победителей XXI ежегодного всероссийского конкурса в области корпоративных медиа «Лучшее корпоративное медиа — 2024» Ассоциации директоров по коммуникациям и корпоративным медиа России (АКМР). Мероприятие открыли член Наблюдательного совета при Правлении АКМР, директор премии «Медиа-менеджер России» Екатерина Коляда и и.о. директора департамента коммуникаций госкорпорации «Росатом» Андрей Тимонов.

QR-код для просмотра фильма «Росатом — это мы»



Первый корпоративный фильм о людях «Росатом — это мы» стал победителем конкурса в номинации «Корпоративные медиа / корпоративный фильм». Фильм снят к десятилетию ежегодной отраслевой программы признания «Человек года Росатома» и построен как серия документальных портретов 11 финалистов разных лет из ключевых дивизионов Росатома из России, Беларуси и Турции. Генеральным продюсером фильма стала заместитель генерального директора по персоналу госкорпорации «Росатом» Татьяна Терентьева, руководителем проекта — руководитель

отраслевой программы признания «Человек года Росатома» Маргарита Быкова, режиссером выступил Игорь Морозов, главным редактором — заместитель генерального директора по управлению персоналом АО «Атомэнергомаш» Юлия Николаева.

Ежегодный буклет о финалистах отраслевой программы признания «Человек года Росатома» победил в номинации «Внутрикорпоративные медиа / журнал», удостоившись особого внимания членов жюри. Буклет выпускается в течение 10 лет к главному отраслевому событию по чествованию лучших работников атомной отрасли — церемонии награждения.

«Особенно ценно получать данную награду в нашем родном павильоне «Атом», — отметила на вручении руководитель проекта госкорпорации «Росатом» Маргарита Быкова. — За всеми прорывными достижениями, которые можно наблюдать на экспозиции, стоят пять поколений сотрудников из разных городов и стран, трудовые коллективы, их семьи, которые объединил Росатом. Наш фильм о них. Кинопремьера состоялась на X юбилейной церемонии награждения лучших работников по итогам года, и ежегодный буклет, который был отмечен оргкомитетом конкурса, повествует о достижениях, ценностях и жизненных принципах тех, кто выходит на сцену и на кого равняется вся отрасль. Из года в год лауреаты увозят его с собой на память».

Справка

Ежегодный всероссийский конкурс «Лучшее корпоративное медиа» существует более 20 лет и формирует в российских деловых кругах понимание широких возможностей корпоративных медиа. В этом году крупнейшие российские компании представили 82 проекта в 39 номинациях. Ассоциация директоров по коммуникациям и корпоративным медиа России (АКМР) — единственная в России профессиональная ассоциация топ-менеджеров по корпоративным коммуникациям и корпоративным медиа.

Лучшие из лучших

Представляем финалистов отраслевой программы признания «Человек года Росатома — 2023» (специальные номинации генерального директора)

Номинация **«На шаг впереди»**
Урановый блеск (Горнорудный дивизион)
Выход на мировой рынок урана среднего обогащения (до 19,75%) для малых модульных реакторов (Новые бизнесы)
Жжем миноры! (Топливный дивизион, ГК «Росатом», Экология и экологические решения, ЯОК, Электроэнергетический дивизион, Машиностроительный дивизион)

Номинация **«Эффективность»**
Добыча урана. Путь в лидеры (Горнорудный дивизион, внедивизиональные организации)
Команда интеграции РИР + Квадра (Инфраструктурные решения)
Технологический суверенитет при модернизации защитных оболочек АЭС (Электроэнергетический дивизион)

Номинация **«Команда года»**
Горизонты авиации (Научный дивизион, Топливный дивизион, Машиностроительный дивизион, внедивизиональные организации)
Лидер поставок обогащенной урановой продукции (Новые бизнесы, внедивизиональные организации)
Первое ядерное топливо в Бангладеш (Топливный дивизион, Инжиниринговый дивизион, ЯОК, Электроэнергетический дивизион)
Первая в истории перегрузка ядерного топлива на ПАТЭС (Электроэнергетический дивизион, Машиностроительный дивизион)

Номинация **«Устойчивое развитие»**
Образование, культура, спорт — вклад в устойчивое развитие Арабской Республики Египет (Инжиниринговый дивизион, Электроэнергетический дивизион, внедивизиональные организации)
Уникальная лазерная установка (Научный дивизион)
Последняя точка для «Лепсе» (Экология и экологические решения, Северный морской путь, ГК «Росатом»)
Улучшение качества жизни в городах присутствия АЭС (Электроэнергетический дивизион)

Номинация **«Наставник года»**
Каргина Наталия Константиновна (Горнорудный дивизион)
Курицын Сергей Алексеевич (Машиностроительный дивизион)
Малков Андрей Павлович (Научный дивизион)
Рылова Вера Владимировна (Топливный дивизион)

Номинация **«Восходящая звезда»**
Курасова Юлия Дмитриевна (Горнорудный дивизион)
Угодчикова Анна Владимировна (Научный дивизион)
Келеметов Арслан Алимуратович (Партнерские бизнесы, Группа компаний «Медскан»)
Терентьева Александра (ЯОК)



Номинация **«Победа года»**
Северный морской путь. Новые рекорды СМП (транзит) (Северный морской путь)
БЕЛАЭС (Инжиниринговый дивизион, Электроэнергетический дивизион)
«Атоммаш» — 5 реакторов, 18 парогенераторов (Машиностроительный дивизион)

Номинация **«Надежная опора»**
Создание экосистемы по привлечению и развитию цифровых кадров в отрасли (внедивизиональные организации, АО «Гринатом», ГК «Росатом», АНО «Корпоративная Академия Росатома», ЯОК)
НР-Хаб — кадровый сервис без границ (Инжиниринговый дивизион)
Новый механизм финансирования строительства атомных ледоколов (Северный морской путь, ГК «Росатом»)
Инновационный документооборот — цифровая Россия (Электроэнергетический дивизион, ГК «Росатом», АО «Гринатом»)

Это далеко не все финалисты: будут еще сюрпризы и, разумеется, специальные номинации генерального директора «За вклад в обороноспособность России» и «За укрепление международного авторитета Росатома», а также специальный приз председателя наблюдательного совета.

Подробную информацию о церемонии награждения можно найти в телеграм-канале «Человек года Росатома» →



Весь цвет РЗМ

Горнорудный дивизион Росатома разработал технологию разделения РЗМ и готовится к созданию промышленного производства



Росатом сделал большой шаг в создании в России собственного производства редкоземельных металлов — разработал технологию разделения и начал проектирование промышленного производства, которое разместится на Соликамском магниевом заводе (СМЗ). Технология, базирующаяся на более ранних отраслевых наработках, обоснована актуальными расчетами и проверена на практике, а качество полученной продукции подтверждено потребителями.

Редкоземельные НИР

Технологию разработала компания «Русредмет» по заказу и в сотрудничестве с Горнорудным дивизионом госкорпорации. Цель проекта — отработать параметры получения из коллективного концентрата РЗМ, производимого на СМЗ, так называемых

легких РЗМ — лантана, церия, неодима и празеодима, а также коллективного концентрата среднетяжелых РЗМ — самария, европия и гадолиния.

Специалисты «Русредмета» и их коллеги из СМЗ изучили и уточнили данные более ранних исследований, выполнили расчеты, создали концепцию установки и согласовали ее, провели статические испытания. Заказчик и исполнитель сошлись на том, что надо создавать не отдельные этапы производства, а сразу мини-модель завода.

История разделения

В Советском Союзе было несколько предприятий по производству коллективных концентратов РЗМ и выпуску их индивидуальных соединений. Впервые перерабатывать хлорированием лопаритовый концентрат, полученный при переработке руды с Карнасуртского рудника Ловозерского горно-обогатительного комбината, стали на Опытном химико-металлургическом

Подробности

Для чего нужны легкие и среднетяжелые РЗМ

57 La 138,90	Лантан — для аккумуляторов, в атомной энергетике, нефтепереработке, стекольной промышленности и оптике.	58 Ce 140,11	Церий — в металлургии, катализаторах, стекольной промышленности.	
62 Sm 150,36	Самарий — в самарий-кобальтовых магнитах для нефтедобычи и других высокотехнологичных применений.	63 Eu 151,96	Европий — при производстве мониторов и электроники.	
64 Gd 157,25	Гадолиний — в атомной отрасли и как добавка в постоянные магниты.	60 Nd 144,24	69 Pr 140,90	Неодим и празеодим — для постоянных магнитов, используемых в двигателях ветроустановок и электромобилей.

заводе Гиредмета в Подольске. Плав хлоридов РЗМ и тория перерабатывался на заводе А (впоследствии был переименован в Московский завод полимеров). Производили полирит (в нем около 45% составляет церий) и коллективный оксидный концентрат РЗМ, очищенный от радиоактивных продуктов распада урана и тория.

Перерабатывать лопаритовый концентрат в больших объемах начали с 1968 года в Эстонии, на Силламяэском сланцехимическом заводе (сейчас — Silmet). Вначале производственная мощность предприятия составляла 6 тыс. т/год, позднее она выросла до 15 тыс. т/год. В начале 1980-х разрабатывался план нарастить мощность до 32 тыс. т/год, но он не был реализован. Silmet сейчас — один из значимых в мире поставщиков индивидуальных соединений РЗМ, входит в канадскую Neo Performance Materials.

С 1971 года в технологическую цепочку создания редкоземельной продукции добавился СМЗ. Хлором, побочным продуктом производства магния, там обрабатывают лопаритовый концентрат и извлекают из него ниобий, тантал, с 2009 года — титан, а также коллективный концентрат РЗМ. Именно его стали отправлять на разделение в Силламяэ. Даже после распада СССР это звено технологической цепочки долгое время стабильно работало. Но в 2022 году Silmet прекратил поставки РЗМ в Россию, и в Росатоме приняли решение создать собственное раздельное производство.

Опытные каскады

«Русредмет» выбирал между азотной (отработанной в СССР) и хлорной (применяется в Китае) технологиями, но в итоге остановился на азотной. «Мы сравнивали нитратную схему с хлоридной и пришли к выводу, что для того состава элементов, который надо извлечь, нитратная подходит больше. В хлоридной схеме концентрация на уровне 80–100 г/л, в нитратной — 350–370 г/л. То есть если надо переработать 1000 тонн карбонатов, то в литр раствора переходит

100 или 370 грамм полезного компонента, а это влияет на объемы реагентов и прочее. По себестоимости схемы сопоставимы», — говорит гендиректор «Русредмета» Андрей Нечаев.

На вход опытно-промышленной установки мощностью порядка 1–1,5 т/год подается коллективный карбонатный редкоземельный концентрат. Больше всего там церия (50%) и лантана (25%). Неодима и празеодима — 13–18%, остальное — среднетяжелая группа РЗМ. Сначала концентрат растворяют в азотной кислоте, и карбонаты становятся нитратами. Затем полученный раствор прогоняют через электролизер. Это необходимо, чтобы повысить степень окисления церия с +3 до +4. У остальных элементов она не меняется.

Электролиз длится от 12 до 24 часов. На полномасштабной промышленной установке будут установлены несколько электролизеров, чтобы пропускать поток раствора непрерывно. После электролиза экстракционная способность церия вырастает в 1000 раз,

Подробности

Особенности рынка РЗМ в России

Годовой объем потребления всех РЗМ в России за последние два года, по данным исследовательской группы «Инфомайн», составлял около 2 тыс. тонн. В России используют преимущественно легкие РЗМ, которые и составляют основную корзину СМЗ. Из-за небольшого объема рынка цены на соединения отдельных металлов волатильные, могут в течение года падать и расти на десятки процентов.



поэтому извлекается он гораздо быстрее. На опытной установке каскад состоит всего из 32 ячеек-экстракторов, остальные каскады длиннее.

Каждый из элементов отделяется при взаимодействии с экстрагентом — трибутилфосфатом. Это органическое вещество обладает способностью извлекать — присоединять к себе — редкоземельные элементы из нитратов. Но происходит это строго по очереди, потому что у элементов разная экстракционная способность. Пока не извлечешь церий, не извлечь лантан. До лантана не будет осаждаться неодим, и так далее. «По-другому никак, это химические свойства соединений. Чтобы добраться до более востребованных и дорогих неодима и празеодима, надо сначала извлечь очень много дешевых лантана и церия, которые продаются по цене бананов», — делится главный специалист по редкоземельному производству СМЗ Александр Хмелев.

Все разделительное производство — это шесть экстракционных каскадов. На первом извлекают примерно 99% церия. На втором — лантан вместе с оставшимся 1% церия. На третьем отделяют церий от лантана. На четвертом отделяют дидим (неодим + празеодим). На пятом дидим разделяют на неодим и празеодим. Но поскольку делить их

сложно, то на шестом каскаде происходит доочистка празеодима.

Каскады выглядят красиво, потому что растворы с отдельными элементами разных цветов. «Цериевый раствор красный, празеодима — зеленый, неодима — фиолетовый», — рассказывает Александр Хмелев.

Нитратный раствор РЗМ и трибутилфосфат подаются противотоком, навстречу друг другу. Они перемешиваются в экстракционных ячейках. В опытно-промышленной установке ячейки — это небольшие пластиковые емкости сложной конструкции, с предварительной камерой с импеллером (мешалкой) внутри и камерой расслаивания, где насыщенная металлом органика опускается и отводится по нижнему патрубку, а более легкий водный раствор поднимается и отводится по другому, верхнему.

После экстракции насыщенный трибутилфосфат промывают реэкстрагирующим раствором, куда переходят металлы, нейтрализуют и осаждают металлы раствором углеаммонийной соли. Затем трибутилфосфат очищают и возвращают в первую ячейку и так по кругу. А осадки — карбонаты металлов — пропускают через фильтр, промывают и сушат в муфельных печах, а затем прокаливают. На этом этапе карбонаты разлагаются, кристаллогидратная влага удаляется, а РЗМ переходят в форму оксидов. Таким образом, на опытно-промышленной установке отработано получение различных товарных форм РЗМ, востребованных промышленностью: нитратных растворов, карбонатов и оксидов.

Опытные результаты и планы на ближайшую перспективу

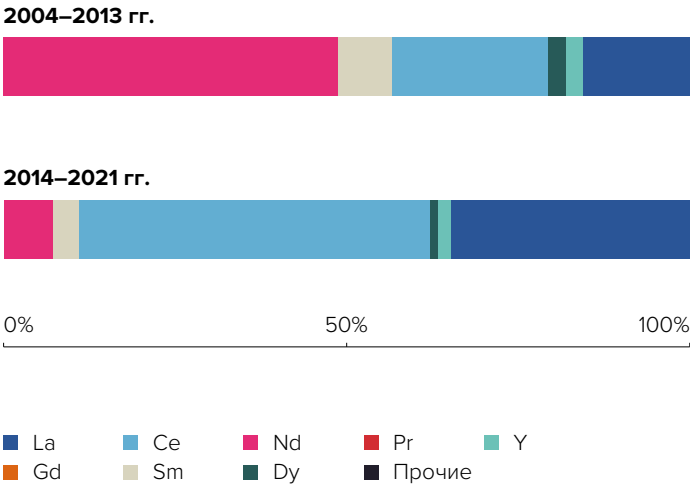
Каскады отработали в непрерывном режиме несколько тысяч часов. Это позволило участникам проекта не только в расчетах, но и эмпирически выверить все материальные потоки: сырье, реагенты, оборотные потоки, отходы, основные и побочные продукты. Соединения неодима, празеодима и других РЗМ уже отправляли потенциальным заказчикам из атомной и других отраслей, свойства продуктов удовлетворили их по всем параметрам.

Концепция мини-завода, уверен Андрей Нечаев, позволит минимизировать, а возможно, совсем исключить ошибки на большом производстве. «Экстракция — очень благодарный процесс. Мы с литров в час переходили на 20, 30 и 50 кубометров в час, и все показатели подтверждались, все работало», — отмечает глава «Русредмета».

Полученные данные легли в основу проектирования основных технических решений разделительного комплекса мощностью 2,5 тыс. тонн (как по сырью, так и по готовому продукту). Идет выбор основных технических решений и проектировщика. Уже утверждена аппаратурно-технологическая схема, определены предварительные компоновочные решения для заданной производительности, выбрано оборудование,

Подробности

Структура импорта РЗМ в виде металлов и сплавов



Структура потребления РЗМ по металлам в России



Источник: исследовательская группа «Инфомайн»

запрошены коммерческие предложения. Цех для разделительного комплекса разместится на площадке СМЗ. Он будет представлять собой трехэтажное здание с площадью этажа 13,2 тыс. м². «Отработка технологии на мини-модели позволит сэкономить время и, соответственно, средства, которые будут потрачены не на отладку, а на выпуск готовой продукции и возврат инвестиций», — говорит Андрей Нечаев.

«Мы завершаем проработку технических решений, готовим бизнес-план и финансово-экономическую модель, чтобы отправить их на рассмотрение в Росатом. Предполагаем, что инвестиционное решение будет принято в мае этого года. Получив одобрение, будем готовить рабочую документацию и выполнять инженерные изыскания на площадке», — говорит гендиректор СМЗ Руслан Димухамедов. По данным материалов общественных слушаний по итогам 2023 года, предварительно оцененный объем инвестиций в разделительный комплекс составит 7,5 млрд рублей. По плану разделительный комплекс должен заработать в 2026 году. Задачей «Русредмета» на этом этапе станет оптимизация расходных коэффициентов — удельных затрат на реагенты и материалы на единицу готовой продукции.

Перспектива

Следующая важная задача, которую ставят перед собой «Русредмет» и СМЗ, — разработать технологию для разделения среднетяжелой группы с получением индивидуальных соединений европия, самария и гадолиния.

Более отдаленная перспектива — изучение возможностей переработки не только лопарита, но и эвдиалита, в котором содержатся металлы тяжелой группы РЗМ. Эта задача потребует вовлеченности в нее всех участников цепочки, начиная от Ловозерского ГОКа.



Большие возможности больших данных

От добычи руды до «выхода на пенсию» электростанции: где big data приведет к революционным изменениям

Будущее человечества связывают с большими данными. От big data многие ждут революции, которая изменит то, как мы живем, работаем и мыслим. Что такое big data, где уже применяются новые технологии, основанные на больших данных, и что нас ждет в цифровом будущем, рассказал заведующий научно-учебной лабораторией методов анализа больших данных Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики» Денис Деркач.

— Считается, что термин big data возник в 2008 году, когда вышел номер журнала Nature, посвященный перспективам работы с большими данными. А если говорить о самом понятии больших данных, то когда оно появилось?

— Подход, который заключался в том, что нужно собирать данные и обрабатывать их на компьютере, применялся задолго до возникновения понятия big data. В принципе, как только появился более-менее приличный компьютер, началась компьютерная обработка данных. А до компьютера это делали на бумажных носителях. В 1960–1980-х годах уже обсуждалось, как хранить данные и как их использовать. В научных статьях того времени также анализировались данные, которые могут быть интересны и сейчас, но способы их анализа и верификации серьезно отличаются от того, как это делают в настоящее время.

Само понятие «большие данные» — именно как big data, то есть в современном его понимании — сложилось в 1990-х годах. В тот момент решили разграничивать неструктурированный набор данных и то, что можно потом использовать, например, на благо бизнеса или науки. Тогда же появились достаточно объемные системы хранения огромных массивов данных.

Например, в физике частиц и астрофизике именно в начале 1990-х годов начали применять некоторые методы машинного обучения. В тот момент стало понятно, что в физике частиц (в частности) на одном



событии не построишь исследование, нужно много событий, и много — это не 10 событий, а 10 миллионов. И как проанализировать 10 миллионов событий? Нужны определенные методы. К тому времени в физике частиц исследования проводились на больших коллайдерах, и поступающую информацию нужно было как-то обрабатывать. Поэтому стали применять продвинутые методы анализа данных. Примерно то же самое происходило и в других науках, и в промышленности. Очень быстро, в частности, процесс пошел в области финансов.

— Как соотносятся понятия «большие данные» и «искусственный интеллект»?

— Методы ИИ используются при анализе больших данных. В этом отношении это комплиментарные понятия. При этом сам ИИ включает в себя как классические методы, так и методы машинного обучения. Развитие ИИ стало возможным благодаря накоплению больших данных, а также достаточного количества компьютерных мощностей для их хранения и обработки.

— Существуют ли сейчас единые критерии, что именно относить к big data?

— Big data действительно немного расплывчатый термин, но у него есть несколько характеристик. Это скорость накопления данных, объем, разнообразие, достоверность, изменчивость, ценность. Скорость

сбора и обработки их должна быть такой, чтобы обрабатывались частые изменения данных. Разнообразие подразумевает, что данные поступают из разных источников. Достоверность — что информацию собирают из проверенных источников и анализируют объективными методами. При этом поток big data нестабилен и изменчив. Ценность — это выводы, которые делают на основе big data.

— Действительно ли большие данные привели к революции в целом ряде наук?

— Приведу пример из социальных наук, что именно изменило применение подходов big data. Благодаря новым подходам мы можем задавать вопросы, которые раньше не могли, и искать на них ответы. Например, получив данные о том, что сигналы многих мобильных телефонов регистрировались в определенные дни за городом, можно задаться вопросом, с чем это связано. Почему их владельцы в определенные дни уехали из города?

Или пример из области экономики. Допустим, в Архангельске появился какой-то супермозг, который собирает показания со всех электрических счетчиков по всей России, и он заметил аномалию в одном из регионов, например в Хабаровском крае. Эти данные стали известны экономисту. Экономист, который имеет доступ к этому мегамозгу, начинает, допустим, исследовать, что происходит в Хабаровском крае, после того как получил данные, что там стали меньше потреблять электроэнергию. Есть разные возможные варианты объяснения этого явления: например, праздничные дни или повышение локальных налогов и, как следствие, решение людей экономить на электричестве. Раньше такой анализ был доступен только как большое исследование. Сейчас мы можем анализировать разнообразные факторы в режиме реального времени, подстраивая или изменяя влияющие факторы.

— Насколько справедливо расхожее выражение, что все мы живем в эпоху big data?

— Мы живем в начале, скажем так, эры big data. Внезапно оказалось, что вокруг нас очень много вещей, которые могут собирать информацию. Но вопрос в том, как мы используем эту информацию и какие выводы с помощью нее делаем. Мне очень понравился доклад сотрудницы Британского музея, которая занималась его модернизацией и собирала данные для этого. Два года она потратила, просто выкидывая ненужные данные. То есть сейчас собирается действительно очень много информации, но мы до сих пор не знаем, насколько это будет интересно. Нужно ставить задачу и решать ее с помощью собранных данных. Хотя мы собираем разные данные, но сказать, что это именно big data, мы тем не менее не можем.

— Есть ли такие области, в которых мы практически ежедневно сталкиваемся с большими данными?

— Вопросы, которые решает сейчас технология, связанная с big data, разнообразны. Мы используем

эти технологии практически везде, например, big data во многих случаях отвечает сейчас на вопросы про погоду. Когда открывается прогноз погоды в том или ином браузере, например «Яндекс. Погода», прогноз формируется с помощью нейронных сетей и накопленных данных. Если смотреть на статьи, посвященные анализу современного климата, то заметно, что и в России, и в мире начинают потихоньку переходить на нейронки, потому что это ускоряет процесс.

— Где еще можно также успешно использовать большие данные, как и в прогнозе погоды?

— В промышленности. Можно, допустим, накапливать данные со всех станков в рамках производственной линии. Это позволит понять, насколько производственная линия эффективна и где нужно эффективность повысить. В идеале планирование сложных цепочек — от добычи руды до выхода электростанции «на пенсию» — будет автоматизировано за счет сбора данных.

— В каких областях легче всего идет внедрение big data?

— В Интернете практически все основано на технологиях big data. Когда Интернет появился, нужна была какая-то модель для использования. Поэтому интернет-компании набрали много данных и начали смотреть, как исторически пользователи себя вели, стали предсказывать их поведение, проецируя, что они будут делать дальше. То есть в Интернете big data как раз и выстрелила, потому что там не было модели, как все делать.

В других областях, например в инженерных приложениях, базовые описательные законы были выведены уже давно и достаточно неплохо работают. Потому подходы анализа больших данных там изначально не приносили большого преимущества. Однако с ростом количества и качества данных оказывается, что и здесь возникают новые применения.

Получается, что в каждой отрасли необходимо постоянно искать точки приложения возможностей больших данных и придумывать идеи.

— В любых ли областях можно использовать большие данные? С какими ограничениями при их внедрении вы сталкиваетесь?

— Приведу пример. Допустим, вы ищете аномалии в работе двигателя. Сейчас много людей работают над тем, чтобы предсказывать их появление. При этом на практике в основном применяется подход, который был сформулирован еще в 1990-е годы, когда не было big data. Этот метод хотя не слишком эффективен, но имеет важную особенность — он хорошо интерпретируем и привычен. При использовании подходов машинного обучения можно поднять эффективность, но это снизит интерпретируемость и потребует обучения на каждом двигателе. Это повышает порог внедрения методов и доверия к этим методам.

— Если говорить об использовании big data в России, то можно ли сказать, что в этой области отечественные разработки идут в ногу с мировыми?

— Сейчас все говорят про большие языковые модели, которые будут работать как ChatGPT. В России в этом плане смогли выпустить, а через некоторое время модернизировать две языковые модели больших данных. Одна разработка принадлежит «Сберу», вторая — «Яндексу». После того как GPT-4 вышел, в России уже через три-четыре месяца выпустили свои модели. Соответственно, мы не так сильно отстали от мировых тенденций, тогда как много стран не смогли этого сделать. Это говорит о том, что у нас в стране есть достаточное количество инженеров, чтобы подхватить тренды.

— Хватает ли в России специалистов по большим данным?

— Большинство инженеров у нас сконцентрированы в определенных местах. Это, в частности, ИТ-компанияи, банки, которые стремятся стать ИТ-компаниями, и телекомы. За пределами этих организаций ощущается нехватка специалистов. В ВШЭ очень много выпускников, получающих техническое образование. Мы выпускаем примерно 900 человек в год с хорошим базовым образованием. Но это все равно не так много инженеров, как необходимо.

В целом ситуация с кадрами для big data в России сложная. Хотя мы на данный момент не лидеры по публикациям научных статей по этой теме, но у нас много специалистов, которые по крайней мере умеют читать и анализировать статьи на эту тему. Это

значит, что код, который приводится в статьях, мы можем воспроизвести. Также вокруг много людей, которые попадают в топовые публикации. Но вопрос в количестве таких специалистов. В России их не так много, как в странах — лидерах по развитию big data и машинного обучения.

— Как готовят людей, которые работают с большими данными?

— Действительно, неизвестно, как готовить человека, который и инженер, и специалист по большим данным. Это нетривиальная задача. Инженеры в вузах осваивают огромный материал. Неслучайно их готовят по пять-шесть лет. А если добавлять к этому еще и курсы по большим данным, то непонятно, как они будут успевать. ВШЭ в этом отношении тестирует разные программы, пытаюсь понять, чего не хватает инженерам, чтобы работать с big data, а чего — специалистам по большим данным для работы над инженерными задачами.

— Вы говорите, что мы только в начале эры big data. А что нас ждет дальше?

— Я очень надеюсь, что к 2030 году будет создана система, которая позволит автоматически планировать достаточно сложные вещи под решения конкретных задач. В ближайшее же время, скорее всего, будет развиваться тренд на автоматизацию рутинных задач. Например, если ты специалист по инженерии, ты должен будешь понимать, что происходит, каким образом поставить задачу нейронке, и дальше будешь просто нажимать кнопку и смотреть, что она выдает.



То есть ты должен будешь уметь ставить задачи и выбирать из предложенных результатов.

— И какие задачи возможно будет решать?

— Решать достаточно сложные вещи можно будет, например, в ядерной медицине: нужно найти оптимальное решение, чтобы пациент получил наименьший уровень радиации, а результат диагностики или лечения был достигнут. Сейчас пытаются найти правильный метод, чтобы все это автоматизировать.

Возможно, в ближайшем будущем удастся решать вопросы, связанные с проектированием кораблей. Еще несколько лет назад наши коллеги из Сколтеха рассказывали, что они уже начинали проектировать крылья самолета с помощью искусственного интеллекта. В идеале все подходы и методы, которые сейчас уже созданы или еще только создаются, в ближайшие пять-шесть лет будут собраны в единое целое и будут работать под единой системой. К ней будут обращаться инженеры с конкретными задачами и выбирать решения из предложенных вариантов.

Если сравнивать с теми же дизайнерами, то в ряде компаний искусственный интеллект уже взял на себя выполнение рутинных задач, а арт-директор только выбирает из предложенных вариантов. Возможно, с инженерами будет то же самое.

— Куда денутся люди, которые выполняют рутинные задачи?

— На рынке труда будут происходить изменения. Многим, конечно, придется переквалифицироваться. Часть людей будет работать в сфере, связанной с big data. Например, тренировать нейронные сети. Уже сейчас есть такие вакансии.

Останутся и привычные форматы. Например, необходимость в генерации нового контента. Хотя сейчас искусственный интеллект умеет поддерживать разговор, причем на неплохом уровне, но все равно приятнее разговаривать с людьми.

Но как точно будет складываться ситуация на рынке труда, сложно предугадать. Если бы все было просто, то мы бы давно отказались от бензиновых двигателей и пересели на электромобили. Но этого не происходит: нет инфраструктуры. И в сфере больших данных такой инфраструктуры нет. Нам нужны миллионы машин и очень много инженерных кадров.

К тому же в ряде областей первоначальная стоимость внедрения механизмов big data превышает стоимость выигрыша. Допустим, вы хотите увеличить эффективность работы механизма на полпроцента, и эта эффективность вам принесет 100 тыс. рублей в год, но при этом вы должны нанять целую команду, работа которой будет стоить вам миллион рублей в месяц.

Приведу в пример также один медицинский кейс, когда команде топовых врачей показывали

«У big data есть несколько характеристик. Например, разнообразие подразумевает, что данные поступают из разных источников. Достоверность — что информацию собирают из проверенных источников и анализируют объективными методами. Ценность — это выводы, которые делают на основе big data».

рентгеновские снимки, уже размеченные с помощью big data. Внимание врачей обращалось на значимые детали на снимках. Работа части врачей ускорилась, а части — наоборот, тормозилась: врачи перепроверяли представленные им снимки, предполагая, что искусственный интеллект мог ошибиться.

Многие вещи в реальном мире очень сложно менять, чтобы выигрывали технологии. Например, светофоры и многие работающие сегодня станки не предполагают использование big data. Это означает, что нужно ждать появления их следующего поколения, а на некоторых заводах нового производственного цикла придется ждать довольно долго, 30–40 лет. И изменения нужно планировать заранее, не просто прописывать, допустим, добавление новых датчиков, а изменять всю структуру управления производством.

Реальная жизнь в целом заточена на то, что мы делали и 5000 лет назад. Это будет тормозить процесс внедрения новых данных. Однако все же скорость изменений именно в big data может быть внезапной и скачкообразной. Потому что и результаты могут быть поразительные: например, производство станет очень эффективным, а пробки просто исчезнут на дорогах городов.

— Расскажите, пожалуйста, про вашу работу: можно ли вашу специальность называть data scientist? Что вы делаете каждый день, чтобы приблизить момент, когда исчезнут пробки?

— Data scientist — это все же больше инженер. Я скорее исследователь данных. Можно даже сказать, что исследователь исследований. Data scientist в компаниях — это часто человек, который разрабатывает методики. Мы сейчас занимаемся другими аспектами: как эти методики лучше всего использовать. Моя конкретная задача — поиск возможных вариантов, где большие данные можно применить. Я читаю научные статьи, хожу на отраслевые конференции, где общаюсь преимущественно с инженерами, и ищу, где этот метод можно применить или чем его можно дополнить. Решения мы часто тестируем на открытых данных.

Жажда электричества

Как цифровые технологии меняют мировой энергетический ландшафт

Глобальные цели по снижению выбросов CO₂ вызывают стремление электрифицировать все — от автотранспорта до систем отопления, и это закономерно увеличивает спрос на электроэнергию. Но в последние годы бурно развиваются новые виды энергопотребления, которые ранее не учитывались в моделях декарбонизации, такие как криптомайнинг и машинное обучение. По прогнозам спрос на электроэнергию вскоре будет расти и из-за расширения сетей 5G и Интернета вещей, а также внедрения ИИ в поисковые системы. Согласно недавно опубликованному отчету Международного энергетического агентства, в 2022 году центры обработки данных (как традиционные, так и связанные с вычислительными процессами, обслуживающими криптовалюты и искусственный интеллект) потребили во всем мире около 460 ТВт·ч, что составляет почти 2% глобального спроса на электроэнергию. К 2026-му этот показатель может удвоиться. Разбираемся, какие цифровые технологии влияют на рост энергопотребления и что в этом не нравится политикам, энергетикам, бизнесменам и экологам.

Коротко

Блокчейн — это база данных (цифровой реестр) транзакций, состоящая из последовательно выстроенной цепочки криптографически защищенных цифровых блоков, в каждом из которых хранится информация о предыдущем и следующем блоках. Система дает возможность вести учет этих транзакций и обмениваться данными о них между распределенной сетью компьютеров. Прозрачность и безопасность — главные преимущества блокчейна: каждый участник сети может ознакомиться с информацией внутри блока, но ее невозможно изменить или уничтожить. Принципы функционирования и применения блокчейна были описаны еще в начале 1990-х, но технических возможностей для осуществления этой идеи тогда не было.

Прожорливые монеты

Хитроумная цифровая технология под названием «блокчейн» нужна везде, где необходима надежность передачи и хранения данных. Сегодня блокчейны, которые могут быть публичными или частными, используются для хранения персональных данных, идентификации, подтверждения различных сделок. И, конечно, на блокчейне работают все криптовалюты, в том числе доминирующий на рынке биткойн (Bitcoin, BTC).

Информация в блокчейне неизменна благодаря механизму хеширования — создания уникального набора буквенно-цифровых символов, при котором изменение одного символа влечет изменение во всей цепочке. Когда в сети совершаются транзакции, программа создает криптографический хэш (64-значное шестнадцатеричное число), который объединяет все транзакции вместе, что необходимо для создания блока. Блоки в сети добавляются с помощью майнинга — вычислительного процесса проверки подлинности транзакций. Каждый майнер криптовалют стремится первым вычислить хэш и добавить в реестр новый блок, получив вознаграждение в виде вновь выпущенных криптомонет-токенов и комиссии за обработанные транзакции. Чем мощнее вычислительное устройство, тем выше хэшрейт (количество хэшей, проверенных в единицу времени) и шансы майнера на получение вознаграждения.

Новые наборы транзакций добавляются в блокчейн биткойна примерно каждые 10 минут, а хэшрейт сети Биткойн сейчас выражается в эксахэшах (1 квинтиллион хэшей) в секунду. Поэтому неудивительно, что майнинг биткойнов — чрезвычайно энергозатратный процесс. Когда сеть Биткойн только появилась, вознаграждение майнера составляло 50 монет за каждый добытый блок. Согласно правилам сети, после каждых 210 тыс. найденных блоков вознаграждение должно уменьшаться вдвое, это происходит примерно каждые 4 года (в конце апреля 2024 года вознаграждение снизилось до 3,125 BTC). Поэтому майнеры используют все более мощные машины, чтобы извлечь как можно больше прибыли. Все это за прошедшие годы привело к тому, что сейчас глобальная сеть Биткойн потребляет больше энергии, чем ряд стран, а энергосистемы некоторых регионов из-за майнинга испытывают серьезные перегрузки.

В начале 2020-х появились данные, что углеродный след сети Биткойн, вероятно, может превышать предполагаемое глобальное сокращение выбросов CO₂, которого удастся добиться благодаря

Цифры

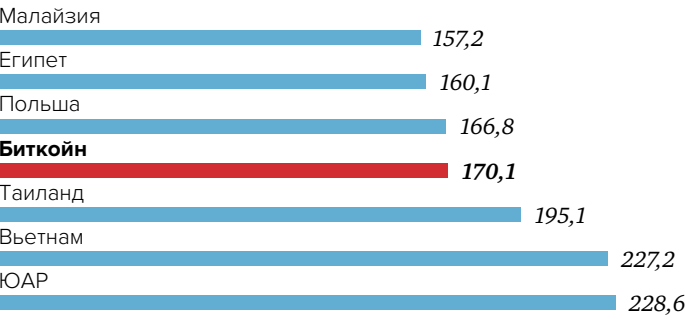
870,51 кВт·ч

энергопотребление на одну транзакцию в сети Биткойн (эквивалентно энергопотреблению средней семьи в США за 29,84 дня)

485,53 кг CO₂

углеродный след одной транзакции в сети Биткойн (эквивалентен углеродному следу 1 076 109 транзакций VISA или 80 922 часов просмотра YouTube)

Энергопотребление сети Биткойн в сравнении с некоторыми странами, ТВт·ч



Источник: Digiconomist

электрификации транспорта, и политики поняли, что майнинг является серьезным препятствием на пути к декарбонизации. Согласно отчету Управления энергетической информации США (Energy Information Administration, EIA), выпущенному в апреле 2024 года, майнеры биткойнов в США потребляют такое же количество электроэнергии, сколько как минимум весь штат Юта — от 0,6 до 2,3% общей потребности страны в электроэнергии (годовой спрос 3–6 млн домохозяйств). Это обусловлено в том числе тем, что значительное количество компаний по добыче криптовалюты переместилось в США из Китая, где эта деятельность была запрещена в 2021 году.

EIA также приводит глобальные данные в соответствии с оценками Кембриджского индекса энергопотребления сети Биткойн (Cambridge Bitcoin Electricity Consumption Index, CBECI). Доля электроэнергии для поддержки майнинга биткойнов в 2023 году составила от 0,2 до 0,9% мирового спроса, то есть была примерно на уровне общего потребления электроэнергии в Греции или Австралии соответственно, указывается в отчете.

Если говорить о России, то, по данным РБК, по итогам 2023 года наша страна занимала второе место в мире после США по объемам мощностей, задействованных в майнинге (ориентировочно 1,5–1,7 ГВт). Одна из причин такого лидерства в том, что в ряде регионов, например в Иркутской области и Красноярском крае, майнинг является выгодным с точки зрения как цен на электроэнергию, так и климата, который позволяет меньше тратиться на охлаждение оборудования.

Однако законодательное регулирование этой деятельности в нашей стране по-прежнему отсутствует, и так называемый гаражный майнинг является серьезной проблемой в регионах с низкими тарифами. Нелегальная работа майнинговых ферм ведет к потерям

энергии, экономическому ущербу и возникновению рисков перегрузки сетей и технологических нарушений. В то же время работа легальных майнинговых компаний, по заявлениям «Россетей», не влияет на надежность инфраструктуры, так как при их техприсоединении учитывается максимальная потребляемая мощность.

Хорошая новость для мировой энергосистемы и перспектив декарбонизации заключается в том, что, по мнению ряда аналитиков, проблема высокого энергопотребления заключается не в майнинге как таковом. Алекс де Врис, известный эксперт, изучающий новые виды энергопотребления, и основатель Digiconomist — исследовательской компании, занимающейся выявлением непредвиденных последствий новых цифровых тенденций, сообщает, что эфир (Ethereum), второй по величине криптоактив по рыночной капитализации, в 2022 году заменил алгоритм майнинга на альтернативный, что привело к снижению энергопотребления на 99%. Если сеть Биткойн перейдет на такой же алгоритм, то, по мнению Алекса де Вриса, это сможет решить проблему высокого энергопотребления при майнинге в мировом масштабе, однако пока этого не произошло. Призывы «озеленить» биткойн тоже пока не увенчались успехом, так как ВИЭ не гарантируют мощную и стабильную выработку, необходимую для работы майнинговых ферм и дата-центров в суточном и годовом режиме, особенно в местах с наиболее благоприятным прохладным климатом, а цена биткойна по-прежнему чрезвычайно волатильна.

Цена генерации котиков

Бурное развитие систем генеративного ИИ в последние годы также заставило обратить на себя самое пристальное внимание с точки зрения энергопотребления. Модели искусственного интеллекта теперь могут вполне умело распознавать текст и изображения, преобразовывать аудиозаписи в текст, обеспечивать

Энергетические рынки	Коротко																																				
	Спрос на электроэнергию в дата-центрах в основном обусловлен двумя процессами: по данным компании ABB, на работу серверов приходится в среднем 40% энергозатрат, потребности в охлаждении для достижения стабильной эффективности обработки данных составляют еще около 40%. Остальные 20% приходятся на сопутствующее оборудование (ИБП, осветительные приборы, датчики пожарной сигнализации и т.д.).																																				
	потребляют в среднем 7,3 ТВт·ч в год. МЭА ожидает, что к 2026 году индустрии ИИ понадобится как минимум в 10 раз больше электроэнергии, чем в 2023-м.																																				
	Реальность электросети на пути ИИ Все это ставит вопрос, хватит ли в мире электроэнергии и пропускных возможностей электросетей для растущих аппетитов ИИ. В последнее время все чаще говорится о том, что именно электроснабжение становится узким местом, угрожающим дальнейшему прогрессу ИИ. Так, Илон Маск заявил недавно, что если в прошлом году развитие искусственного интеллекта было ограничено производством чипов, то теперь проблемой для передовых технологий становится подача электроэнергии. Этот комментарий последовал за предупреждением главы Amazon Энди Джесси о том, что сейчас для запуска новых генеративных сервисов искусственного интеллекта недостаточно энергии.																																				
	Amazon, Microsoft и Alphabet, материнская компания Google, стремясь расширить свои возможности в области ИИ, инвестируют миллиарды долларов в вычислительную инфраструктуру, в том числе в центры обработки данных, на проектирование и строительство которых обычно уходит несколько лет. Но некоторые из самых популярных мест для строительства таких объектов уже сталкиваются с ограничениями в энергоснабжении и пропускной способности. Ряд аналитиков считает, что в мире сейчас недостаточно энергомощностей для запуска всех дата-центров, которые потребуются к 2030 году. «Одним из ограничений в новой экономике ИИ будет то, где мы строим центры обработки данных и как мы получаем электроэнергию», — сказал Дэниел Голдинг, технический директор Appleby Strategy Group. — В какой-то момент реальность электросети встанет на пути искусственного интеллекта».																																				
	Исследовательская группа Dgtl Infra подсчитала, что глобальные капитальные затраты на строительство дата-центров в 2024 году превысят \$225 млрд. А генеральный директор NVIDIA Дженсен Хуанг заявил, что в ближайшие несколько лет для поддержки генеративного искусственного интеллекта необходимо построить центры обработки данных на \$1 трлн.																																				
	Согласно опубликованному в январе этого года докладу МЭА, глобальное потребление электроэнергии в центрах обработки данных, в том числе связанное с майнингом криптовалют и искусственным интеллектом, будет варьироваться от 620 до 1050 ТВт·ч в 2026 году (базовый сценарий предполагает спрос на уровне чуть более 800 ТВт·ч по сравнению с 460 ТВт·ч в 2022 году). Это соответствует дополнительному спросу на электроэнергию от 160 до 590 ТВт·ч в 2026 году по сравнению с 2022 годом, что примерно эквивалентно добавлению как минимум одной Швеции или как максимум одной Германии. Сценарии зависят от темпов развертывания и увеличения эффективности дата-центров, а также общих тенденций в области развития цифровых технологий. Например,																																				
	ожидается, что следующим фактором, требующим дальнейшего увеличения мощностей дата-центров, станет быстрое расширение сетей 5G и Интернета вещей (IoT).																																				
	Сейчас в мире насчитывается более 8000 центров обработки данных, из которых около 33% расположены в США, 16% — в Европе и около 10% — в Китае. Ожидается, что в ближайшие годы потребление электроэнергии в дата-центрах в США будет расти быстрыми																																				
	Подробности Мировое потребление электроэнергии со стороны дата-центров, ТВт·ч <table><tr><th>Год</th><th>Низкий сценарий (ТВт·ч)</th><th>Основной сценарий (ТВт·ч)</th><th>Высокий сценарий (ТВт·ч)</th></tr><tr><td>2019</td><td>300</td><td>300</td><td>300</td></tr><tr><td>2020</td><td>350</td><td>350</td><td>350</td></tr><tr><td>2021</td><td>400</td><td>400</td><td>400</td></tr><tr><td>2022</td><td>450</td><td>450</td><td>450</td></tr><tr><td>2023</td><td>500</td><td>550</td><td>600</td></tr><tr><td>2024</td><td>550</td><td>650</td><td>750</td></tr><tr><td>2025</td><td>600</td><td>750</td><td>900</td></tr><tr><td>2026</td><td>650</td><td>850</td><td>1050</td></tr></table> Источник: МЭА Примечание. Оценка включает традиционные центры обработки данных и специализированные центры для обработки данных искусственного интеллекта и криптовалют, исключает спрос сетей передачи данных. Низкий и высокий сценарии отражают неопределенность в темпах внедрения и повышения эффективности на фоне будущего технологического развития.		Год	Низкий сценарий (ТВт·ч)	Основной сценарий (ТВт·ч)	Высокий сценарий (ТВт·ч)	2019	300	300	300	2020	350	350	350	2021	400	400	400	2022	450	450	450	2023	500	550	600	2024	550	650	750	2025	600	750	900	2026	650	850
Год	Низкий сценарий (ТВт·ч)	Основной сценарий (ТВт·ч)	Высокий сценарий (ТВт·ч)																																		
2019	300	300	300																																		
2020	350	350	350																																		
2021	400	400	400																																		
2022	450	450	450																																		
2023	500	550	600																																		
2024	550	650	750																																		
2025	600	750	900																																		
2026	650	850	1050																																		

работу чат-ботов и автоматизировать простые задачи, а некоторые алгоритмы ИИ даже способны к самопрограммированию. По данным Международного энергетического агентства (МЭА), вычислительные мощности, необходимые для разработки все более совершенных моделей машинного обучения, с 2010 года удваивались каждые пять-шесть месяцев.

То, что для машинного обучения требуется очень много энергии, считается общеизвестным фактом. В 2022 году Google сообщила, что на этот сегмент приходилось около 15% общего энергопотребления компании за предыдущие три года. Но данные о том, сколько электричества и других ресурсов нужно ИИ (и, соответственно, как это воздействует на окружающую среду), не собираются систематически, а существующие экспертные оценки дают об этом лишь частичное представление.

Также считается, что чрезвычайно энергоемким является именно первичное обучение модели. Например, для обучения большой языковой модели, такой как GPT-3, по данным популярного портала о цифровых технологиях The Verge, требуется чуть менее 1300 МВт·ч (примерно столько же ежегодно потребляют 130 домов в США). Для сравнения: час потоковой передачи Netflix требует около 0,8 кВт·ч (0,0008 МВт·ч), то есть гипотетический киноман может смотреть сериалы 1 625 000 часов, чтобы потратить такое же количество энергии, которое было нужно для тренировки GPT-3.

Трудно сказать, насколько эти данные можно экстраполировать на следующие поколения ИИ. С одной стороны, энергопотребление может быть больше, поскольку модели искусственного интеллекта постоянно растут, что требует больше энергии. С другой стороны, разработчики могут сделать эти системы более энергоэффективными. Проблема адекватности оценок заключается в том, что компании не хотят раскрывать такие данные, поскольку ИИ стал стремительно коммерциализироваться. Например, OpenAI публиковала данные о режимах обучения, которые использовались ранее, но по последним моделям, таким как ChatGPT и GPT-4, подобной информации в открытом доступе просто не существует. Однако по оценкам, приведенным The Wall Street Journal, для обучения GPT-5 может потребоваться в пять раз больше данных, чем было использовано для предыдущей модели.

Впрочем, автор нескольких научных статей, посвященных энергопотреблению ИИ, Саша Луччиони объясняет, что обучение модели — это только часть картины. После создания и обучения система распространяется среди потребителей, которые используют ее для генерации результатов (этот процесс называется выводом). В декабре прошлого года Луччиони и ее коллеги из компании Hugging Face и Университета Карнеги — Меллона опубликовали статью, в которой приведены первые оценки энергопотребления различными моделями ИИ в процессе вывода. Исследователи провели тестирование 88 различных моделей с разными вариантами использования: от ответов

на вопросы до идентификации объектов и создания изображений. В каждом случае исследователи запускали задачу 1000 раз и оценивали затраты энергии. Выяснилось, что для выполнения большинства задач нужно не слишком много энергии, например 0,002 кВт·ч для классификации текстов и 0,047 кВт·ч для генерации текста. Если опять взять для сравнения час потоковой передачи Netflix, то классификация текстов и генерация текста (при выполнении каждой задачи 1000 раз) по затратам энергии эквивалентны просмотру видео в течение 9 секунд и 3,5 минут соответственно. Но эти цифры были заметно выше для моделей генерации изображений, которые использовали в среднем 2,907 кВт·ч на 1000 выводов (для сравнения: средний смартфон для зарядки использует 0,012 кВт·ч).

Исследователи тестировали различные модели, от небольших, создающих крошечные картинки размером 64 x 64 пикселя, до более крупных, генерирующих изображения 4K (профессиональный стандарт в цифровом кинематографе и компьютерной графике — изображение высокого разрешения 3840 x 2160 пикселей). Это привело к огромному разбросу значений, но ценность исследования не в абсолютных цифрах, а в получении полезных относительных данных. Так, авторы показали, что в любом случае модели ИИ требуют больше энергии для генерации выходных данных, чем при классификации входных, а все, что связано с изображениями, требует больше энергии, чем текст.

Эта статья подлила масла в огонь общественной дискуссии о том, какую экологическую цену человечество платит за революцию в области ИИ. Саша Луччиони предполагает, что секретность в отношении энергопотребления ИИ связана не только с конкуренцией между компаниями: отчасти это попытка исключить обвинения в расточительном использовании энергоресурсов (особенно в случаях «несерьезного» применения ИИ) и нелестные сравнения с криптомайнингом и его углеродным следом. Если мы с помощью нейросетей создаем забавные картинки для собственного развлечения, то не сводит ли это на нет глобальные усилия по декарбонизации?

Дополнительный рост энергопотребления прогнозируется с того момента, когда ИИ все-таки доберется до поисковиков. По подсчетам МЭА, поисковые инструменты продемонстрируют десятикратное увеличение спроса на электроэнергию в случае полного внедрения в них ИИ: средняя потребность в энергии для типичного запроса в Google — 0,3 Вт·ч, в ChatGPT — 2,9 Вт·ч. С учетом 9 млрд поисковых запросов в день, это потребует почти 10 ТВт·ч дополнительной электроэнергии в год.

Потребности ИИ в электроэнергии также можно прогнозировать исходя из оценок продаж специализированных серверов и их номинальной мощности. На рынке серверов для ИИ сейчас безоговорочно доминирует компания NVIDIA (с долей около 95%). В прошлом году NVIDIA поставила 100 000 устройств, которые

темпами, увеличившись примерно с 200 ТВт·ч в 2022 году до почти 260 ТВт·ч в 2026 году (с 4 до 6% общего спроса на электроэнергию в стране). В Европе в 2022 году работало около 1240 дата-центров, большинство из которых были сосредоточены в финансовых центрах Франкфурта, Лондона, Амстердама, Парижа и Дублина. По прогнозу, к 2026 году потребление электроэнергии дата-центрами в ЕС достигнет почти 150 ТВт·ч. Государственный исследовательский институт сетевой энергетики Китая ожидает, что спрос на электроэнергию в секторе центров обработки данных страны удвоится до 400 ТВт·ч к 2030 году по сравнению с 2020-м.

Электричество будет умнее

У медали есть и другая сторона: ИИ может не только пожирать электроэнергию, но и экономить ее. По мере роста спроса на электроэнергию и активизации усилий по декарбонизации энергосистемы становятся более сложными: теперь им все чаще приходится поддерживать разнонаправленные потоки электроэнергии между распределенными источниками генерации, сетью и потребителями. Растущее число потребителей, от зарядных станций для электромобилей до мощных дата-центров, делает эти потоки менее предсказуемыми, но благодаря цифровым технологиям количество данных о состоянии этих энергопотоков многократно увеличивается. Так, интеллектуальные счетчики отправляют коммунальным предприятиям в несколько тысяч раз больше данных,

чем их аналоговые предшественники, а мировой парк ветростанций, по оценкам МЭА, производит более 400 млрд точек данных в год. Такие объемы данных являются главной причиной, почему энергетические компании ставят на ИИ как на все более важный ресурс для повышения эффективности.

Распространенным применением ИИ в энергетике уже стало прогнозирование спроса и предложения. Четкое понимание того, когда возобновляемая энергия доступна и когда она необходима, очень важно, и именно здесь машинное обучение как нельзя кстати. Например, выработку энергии на ветростанциях традиционно прогнозируют с использованием погодных моделей и информации о местоположении турбин, но эти модели не всегда точны. Чтобы решить эту проблему, Google и ее дочерняя компания DeepMind разработали нейронную сеть для повышения точности прогнозов для ветропарка мощностью 700 МВт. На основе исторических данных была создана модель, которая позволяет прогнозировать будущую производительность на срок до 36 часов с гораздо большей точностью, чем ранее. Это дает возможность продавать электроэнергию заранее, а не в режиме реального времени. Компания заявила, что это, наряду с другими эффектами, достигнутыми с помощью ИИ, увеличило финансовую ценность ее ветроэнергетики на 20%.

Имея более точные прогнозы пиков производительности ВИЭ, компании (в первую очередь

технологические гиганты) могут сдвигать время пиков своего потребления, например во время больших вычислительных нагрузок, так, чтобы пики производства и потребления совпадали. Компаниям это дает возможность не покупать дополнительную электроэнергию на рынке, но если такие решения будут внедряться максимально широко, это может оказать существенное влияние на перераспределение нагрузок и выравнивание баланса спроса и предложения.

Еще одним ключевым применением ИИ является прогнозное обслуживание, при котором производительность энергетических активов постоянно контролируется и анализируется для заблаговременного выявления потенциальных неисправностей. Например, немецкая коммунальная компания E.ON разработала алгоритм машинного обучения, позволяющий прогнозировать, когда необходима замена кабелей в сетях. Исследования E.ON показывают, что профилактическое обслуживание может сократить перебои в работе сети до 30% по сравнению с традиционным подходом.

Атом и дата

Аналитики считают, что проблема роста энергопотребления заключается прежде всего в том, что в ближайшее время необходимо найти достаточно возобновляемой энергии, вместо того чтобы увеличивать потребление ископаемого топлива, нагревающего планету.

По мнению Сэма Альтмана, руководителя OpenAI и создателя ChatGPT, у этой проблемы есть решение. Альтман вложил сотни миллионов долларов в исследования в области термоядерного синтеза и в недавних интервью предположил, что эта технология обеспечит огромное количество электроэнергии, необходимое для ИИ следующего поколения. В прошлом году Microsoft подписала соглашение с Helion — стартапом, который занимается разработками в области коммерческого термояда. Предполагается, что к 2028 году Microsoft начнет закупать энергию, произведенную с помощью термоядерных технологий. Стартап, поддерживаемый Альтманом, возьмет Microsoft финансовые издержки, если эти планы не будут реализованы.

Однако уже упоминавшийся Алекс де Врис, исследователь из Амстердамского свободного университета и специалист по энергопотреблению, связанному с цифровыми технологиями, считает, что было бы разумнее сосредоточиться на тех источниках энергии, которые человечество уже имеет. Такого же мнения придерживается Аника Хан, научный сотрудник Манчестерского университета, которая говорит, что «в краткосрочной перспективе необходимо использовать существующие низкоуглеродные технологии, такие как атомная энергетика и возобновляемые источники».

Мировая атомная отрасль уже видит для себя новую возможность в удовлетворении растущих потребностей дата-центров. В январе 2024 года Microsoft (один

32%

прогноз доли спроса на электроэнергию со стороны центров обработки данных в Ирландии в 2026 году (в 2022 году этот показатель составил 17%, или 5,3 ТВт·ч, что эквивалентно количеству электроэнергии, потребляемой домохозяйствами страны). Это объясняется в том числе тем, что в Ирландии одна из самых низких ставок корпоративного налога в ЕС (12,5% по сравнению со средней ставкой 21,5%).

\$1 млрд

ежегодные налоговые поступления от центров обработки данных в Северной Вирджинии, крупнейшем рынке в этом сегменте в США. В 2021 году расширение сети дата-центров привлекло 62% всех новых инвестиций в штате.

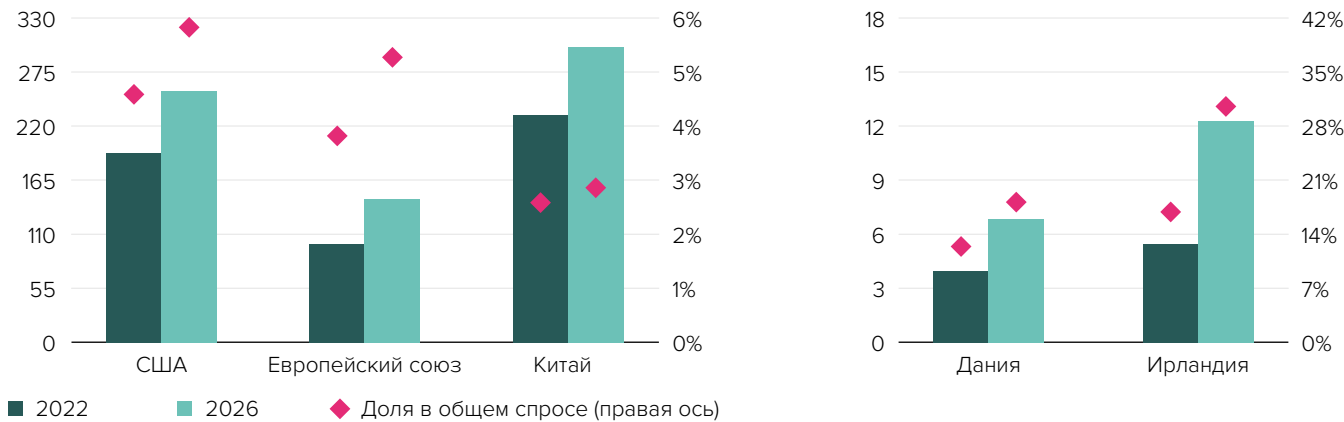
из крупнейших в мире владельцев центров обработки данных наряду с Google и Amazon) нанял своего первого директора по ядерным технологиям, в задачи которого входит «разработка и реализация глобальной энергетической стратегии по малым модульным реакторам (ММР) и микрореакторам». В прошлом году было объявлено о планах строительства центра обработки данных с использованием технологии ММР в Швеции, дата ввода в эксплуатацию намечена на 2030 год. Кроме того, эксперты полагают, что центры обработки данных могут выступать в качестве испытательных полигонов для ММР, так как технологические гиганты входят в число немногих участников рынка, обладающих достаточным капиталом для инвестиций в такие проекты.

Пока технологии ММР не коммерциализированы, рассматриваются более доступные решения, в том числе использование существующих атомных электростанций для энергоснабжения центров обработки данных. Amazon Web Services (AWS), подразделение технологического гиганта, приобрело дата-центр недалеко от АЭС «Саскуэханна» в Пенсильвании. AWS будет покупать электроэнергию с АЭС в соответствии с 10-летним соглашением. Сделка стоимостью \$650 млн рассматривается как серьезная поддержка для атомной отрасли США.

В нашей стране с 2018 года работает ЦОД «Калининский» — первый в России центр обработки данных, построенный вблизи атомной станции. ЦОД на 4800 стойко-мест получает бесперебойное питание до 80 МВт непосредственно от подстанций Калининской АЭС и, по данным сайта группы компаний «Атомдата» (центра компетенций концерна «Росэнергоатом» по развитию сети ЦОД), имеет самую низкую стоимость электричества в Центральном регионе России.

Подробности

Оценка энергопотребления со стороны дата-центров в некоторых регионах и их доля в общем энергопотреблении, ТВт·ч



Источник: МЭА

Примечание. Включает традиционные центры обработки данных и специализированные центры для обработки данных ИИ, исключает потребление со стороны криптовалют и сетей передачи данных.



Альберт Марданов

Первый заместитель генерального директора АО «Атомдата-Иннополис»

— В связи с необходимостью обеспечения технологического суверенитета и желанием заказчиков снизить риски от использования иностранных сервисов, происходит миграция на сервисы российских дата-центров. По данным BusinessStat, за последние пять лет российский рынок центров обработки данных рос минимум на 24,6% ежегодно. Опираясь на опыт переговоров с региональными заказчиками, мы можем подтвердить, что эти тренды справедливы. Мы полагаем, что реализация федеральных программ, рост потребности в цифровизации бизнеса, хранении и анализе больших данных, развитие технологий в области искусственного интеллекта будут способствовать устойчивому росту спроса не только на стойко-места в дата-центрах, но и на серверные и облачные ресурсы.

По итогам 2023 года в России успешно решена проблема нехватки стойко-мест в центрах обработки данных, наблюдавшаяся последние несколько лет, за счет прироста почти на 21% объема рынка, более того, по данным аналитиков, прогнозируется не менее активный ввод в эксплуатацию новых дата-центров и в 2024 году. В сети ЦОД госкорпорации «Росатом» в этом году запускается сразу два крупнейших дата-центра: на 1000 стойко-мест на территории Республики Татарстан и на 3640 стойко-мест в Москве.

Выбору площадки для строительства нового ЦОД в сети дата-центров Росатома на территории особой экономической зоны «Иннополис» в Татарстане способствовали несколько факторов. Прежде всего, ОЭЗ «Иннополис» — это ИТ-хаб Поволжья и центр притяжения высококвалифицированных ИТ-специалистов. Второй фактор — территориальный. ЦОД построен в непосредственной близости от города Казани, закрывая спрос на услуги дата-центра Поволжского региона и отвечая на потребности в геораспределении информационных систем федеральных заказчиков. Третий фактор — это поддержка проекта со стороны региональных властей, а также наличие привилегий для резидентов ОЭЗ в части налогообложения, выделения земельного участка.

Энергопотребление первой очереди ЦОД «Иннополис» на 1000 стойко-мест при максимальной нагрузке рассчитано на 8 МВт, при этом на

работу ИТ-оборудования отведено 5 МВт мощности, а 3 МВт — на работу остального оборудования, предназначенного для функционирования всех обслуживающих систем дата-центра, в том числе системы охлаждения. Если взять для сравнения энергопотребление одного домохозяйства в размере 220 кВт в месяц, то ЦОД сопоставим с энергопотреблением жильцов около 26 187 квартир.

Для снижения энергопотребления и вредного воздействия на окружающую среду в ЦОД «Иннополис» применены зеленые технологии: на крыше дата-центра размещены солнечные панели для освещения офисных помещений, тепло машинных залов используется для отопления офисных помещений, применяется технология фрикулинга — охлаждения машинных залов за счет использования прохладного воздуха окружающей среды. Кроме того, клиенты дата-центра могут воспользоваться зарядными станциями для электромобилей, размещенными на парковке.

Российский рынок ЦОД продолжает развиваться, и в ближайшие годы ожидается рост числа дата-центров и расширение спектра предоставляемых ими услуг. По прогнозам iKS-Consulting, в 2024 году в эксплуатацию будут введены еще не менее 13 700 стоек. Кроме того, растет спрос именно на высоконагруженные стойки в связи с возрастающими требованиями к производительности систем. Эти факторы, безусловно, способствуют и росту доли энергопотребления центрами обработки данных.



Владимир Коровкин

Доцент Школы управления «Сколково»

— Вычислительные технологии действительно становятся значимо энергозатратными. Важным фактором является переход от работы с данными на жестких дисках к in-memory-вычислениям. Жесткие диски, даже самые эффективные, — невероятно медленные устройства по меркам компьютерных скоростей, для решения сложных задач в режиме реального времени необходимо держать данные в оперативной памяти.

Объем используемой оперативной памяти напрямую влияет на энергопотребление самого компьютера, он также создает еще один важный элемент

затрат — необходимость охлаждения. На бытовом уровне мы все знаем, что если оставить на смартфоне включенной какую-нибудь мощную игру, то через минут десять он заметно нагреется. В промышленных системах работы с данными этот эффект очень серьезен: если оставить без охлаждения крупный дата-центр, температура в нем довольно скоро превысит 100 °C (после чего он саморазрушится, данные исчезнут). Затраты энергии на охлаждение даже в умеренном балтийском климате могут составлять почти 20% от общего потребления, в странах с жарким климатом цифра может быть гораздо выше.

Теоретически проблему можно было бы решить, разместив все глобальные дата-центры в северном приполярье (Россия, Финляндия, Норвегия, Канада, Гренландия), однако эти регионы, как правило, не обеспечены электроэнергией. Кроме того, выражено стремление к созданию самодостаточных национальных дата-систем (причем не только в крупнейших странах, но и, скажем, в странах Персидского залива или Африки). Смещение центров экономического роста в сторону глобального Юга будет означать неизбежный рост энергопотребления.

С точки зрения энергозатрат разница между масштабным big data и ИИ скорее в терминологии, чем в технологиях вычислений, и там и там речь идет о «грубой силе» — вычислительном переборе большого количества комбинаций. Теоретически переход к квантовым вычислениям будет означать другую схему энергопотребления. Но поскольку пока такие системы находятся в экспериментальной стадии, оценить последствия перехода сейчас не получится.



Владимир Арлазаров

Генеральный директор Smart Engines, доктор технических наук

— На вопрос, будет ли энергопотребление, связанное с увеличением вычислительных мощностей, в том числе для технологий ИИ, оказывать заметное воздействие на общий рост энергопотребления в мире и в нашей стране, отвечу так: уже оказывает. Современные дата-центры, которые построены для технологий ИИ, уже потребляют достаточно большие объемы электроэнергии, и, соответственно, эта проблема уже есть. Если прогресс в области ИИ пойдет в том же направлении, что и сейчас, то есть экстенсивно,

то проблема будет еще больше усугубляться. Так, недавно ученые подсчитали, что к 2030 году мировые центры обработки данных будут потреблять больше электроэнергии, чем Индия. Но сейчас непонятно, как потребление таких объемов энергии будет преобразовываться в повышение эффективности труда и благосостояния людей.

В исследованиях, посвященных так называемому зеленому ИИ, приводятся данные о том, что объем вычислений, необходимых для исследований в области глубокого обучения, удваивается каждые несколько месяцев, в результате чего с 2012 по 2018 год этот показатель увеличился в 300 000 раз. Подозреваю, сейчас эти цифры стали еще больше. Соответственно, на такой объем вычислений требуются колоссальные энергозатраты — вспомним те же прогнозы про Индию.

Если говорить о том, какие источники энергии оптимальны для энергетических потребностей, связанных с ИИ и другими вычислительными процессами, то, с одной стороны, наиболее разумно использовать, конечно же, атомную энергию, так как она наиболее чистая и эффективная. С другой стороны, как нам кажется, необходимо не только наращивать энергетические возможности человечества, но и всерьез заняться оптимизацией вычислений для искусственного интеллекта. По нашему опыту мы точно знаем, что можно понизить энергопотребление искусственного интеллекта в разы, избежав при этом какого-либо падения точности. Так, алгоритмы Smart Engines с применением природосберегающей технологии на смартфоне позволяют распознать паспорт РФ за 0,2 секунды. При этом на каждое распознавание выделяется всего 0,00014 грамм CO₂. Так что искусственный интеллект вполне можно сделать экологичным, было бы желание со стороны разработчиков сделать его таким.

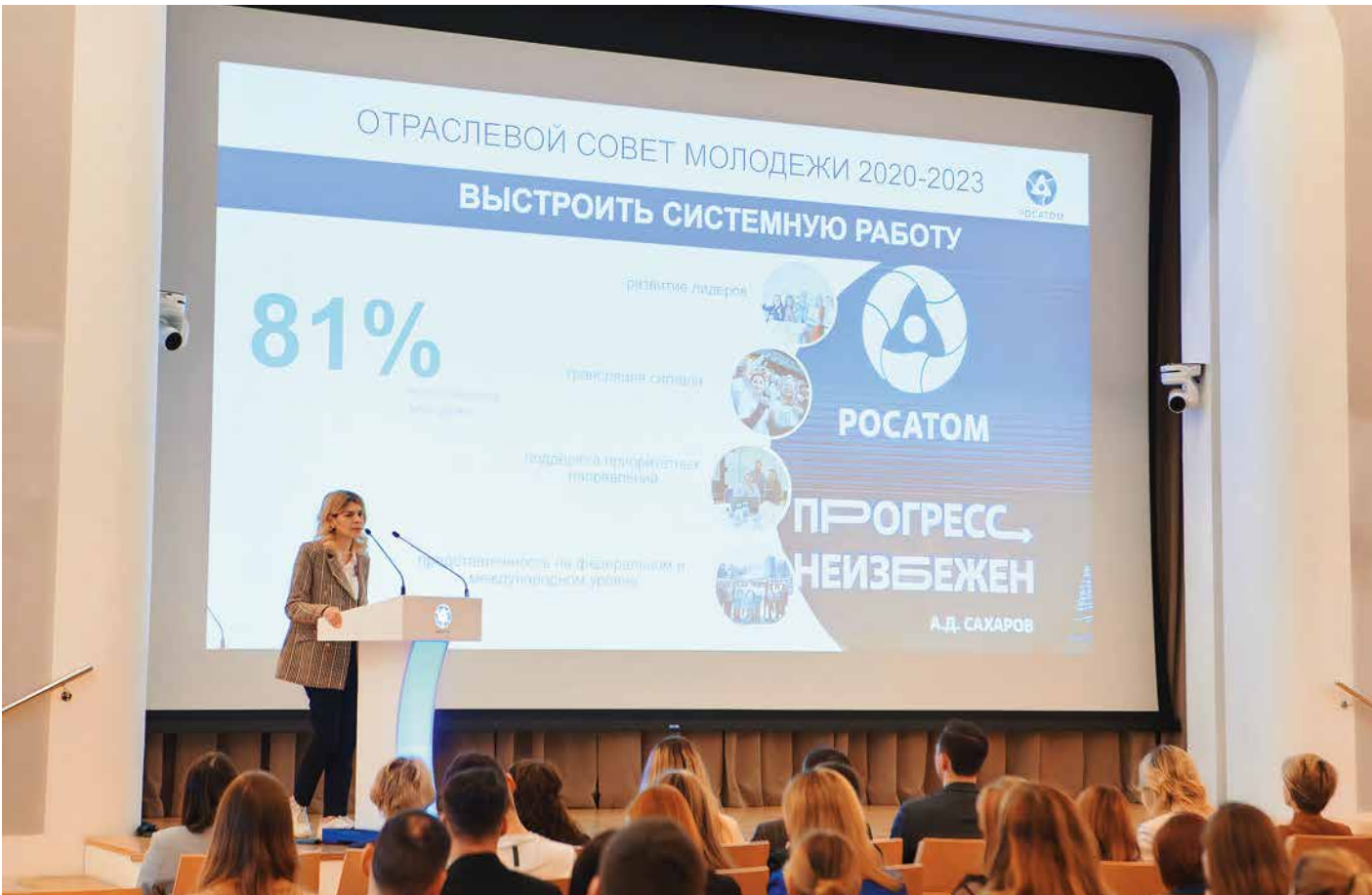
Вычислительные процессы в будущем могут стать более энергоэффективными, такая возможность есть. Более того, мы сами этим занимаемся и можем подтвердить, что использование, например, глубокой квантизации вычислений (то есть переход от типа данных с большим числом битов к типу с меньшим числом) помогает сделать процессы, связанные с ИИ, более энергоэффективными. Что же касается заинтересованности ИИ-компаний в энергоэффективности, то такого интереса не наблюдается. Скорее, наоборот — компании занимаются закупкой акселераторов и едва ли планируют в ближайшее время сокращать объемы потребления энергии.

Сможет ли применение ИИ в будущем помогать оптимизации энергопотребления и использования других ресурсов? Не только сможет, ИИ уже используется для этих целей, причем крайне эффективно. Так что важное место применения искусственного интеллекта в ближайшие годы — не генерация текстов или картинок, а именно оптимизация использования энергии и других ресурсов различных промышленных компаний.

Текст: Наталья Самойлова
Фото: концерн «Росэнергоатом», Росатом / Анастасия Дитрих

Дело молодое

Рассказываем, как в Росатоме прошел I Молодежный день информирования и какие задачи стоят перед Отраслевым советом молодежи



В апреле в госкорпорации «Росатом» состоялся I Молодежный день информирования 2024 года, в котором приняли участие молодежные лидеры и молодежный актив 78 предприятий атомной отрасли в очном формате и представители 130 предприятий — онлайн. Основными задачами встречи стали подведение итогов деятельности Отраслевого совета молодежи за 2020–2023 годы, а также представление нового лидера, структуры и планов работы Совета в 2024–2026 годах.

Большие надежды на молодые таланты

Открывая встречу, заместитель генерального директора по персоналу госкорпорации «Росатом» Татьяна

Терентьева сказала: «Последние шесть лет стали временем больших изменений для Росатома. У нас стало больше направлений деятельности, дивизионов, предприятий, на 100 тыс. увеличилось количество сотрудников. В разы вырос портфель заказов, выручка, в том числе по новым бизнесам и международным проектам.

Госкорпорация сегодня не только лидер мирового масштаба в атомной энергетике, но и обеспечивает технологический суверенитет страны. На следующие шесть лет задачи стоят не менее амбициозные, и их решение возможно только с активным участием молодых талантов. Уже сейчас в отрасли почти треть сотрудников — молодежь, которой предстоит укреплять лидерство, усиливать результаты, не снижая темп, отвечать на новые вызовы. И до 2030 года, чтобы реализовать все наши масштабные планы, нам необходимо привлечь еще десятки тысяч выпускников вузов и колледжей.

Прямая речь



Татьяна Терентьева

Заместитель генерального директора по персоналу госкорпорации «Росатом»:

— Госкорпорация «Росатом» сегодня не только лидер мирового масштаба в атомной энергетике, но и обеспечивает технологический суверенитет страны. На следующие шесть лет задачи стоят не менее амбициозные, и их решение возможно только с активным участием молодых талантов. Уже сейчас в отрасли почти треть сотрудников — молодежь, которой предстоит укреплять лидерство, усиливать результаты, не снижая темп, отвечать на новые вызовы. И до 2030 года, чтобы реализовать все наши масштабные планы, нам необходимо привлечь еще десятки тысяч выпускников вузов и колледжей.

Большие надежды мы возлагаем на вас, участников Отраслевого совета молодежи. Вы тот флагман, на который ориентируются и «Юниоры Росатома», и Студсовет. Поэтому сегодня вам важно продолжить работу по трансляции отраслевой повестки и ценностей Росатома среди молодежи, а также по повышению привлекательности бренда Росатома как работодателя. Это особенно важно в непростых условиях рынка труда, когда конкуренция за талантливые кадры нарастает. Но уверена, что драйв, нацеленность на результат, наша поддержка и поддержка коллег помогут реализовать все планы и проекты».

Молодежь в единой команде: системная работа на всех уровнях

На мероприятии Мария Зотова, возглавлявшая Отраслевой совет молодежи в 2020–2023 годах, представила результаты работы Совета за последние три года. «В 2018 году, на старте, когда только создавалось отраслевое молодежное сообщество, у нас было 88 предприятий, и главной задачей на тот момент было формирование отраслевой структуры Совета. Сегодня Росатом — не просто традиционные атомные технологии, это развитие арктических проектов, цифровизации, медицины. На данный момент в молодежное движение Росатома входит 125 предприятий и 15 дивизионов. При этом, несмотря на то что мы все очень разные, живем в разных регионах и в девяти часовых поясах, нам нужно работать в единой команде. Для обмена практиками и сокращения дистанции между уже зрелыми молодежными сообществами и только развивающимися мы создали Школу лидеров молодежных сообществ. В 2022 году у нас выпустился первый поток, в котором было 134 участника, а в апреле этого года открывается второй», — отметила Мария Зотова.

Мария Зотова подчеркнула, что основной целью, которую Отраслевой совет молодежи ставил перед собой в 2020 году, стало выстраивание системной работы на уровне предприятий, дивизионов и отрасли в целом, которая бы отвечала целям и задачам госкорпорации «Росатом». Для этого были определены четыре вектора работы молодежного актива: развитие лидеров, трансляция сигнала, поддержка приоритетных направлений и представленность на федеральном и международном уровне. На основании инициативы и опросов молодежи были сформированы ключевые направления, в которых Совет мог принести наибольшую пользу. В их числе — «Безопасность», «Дебюрократизация», «Люди и города», «Совет молодых ученых», «Корпоративное предпринимательство» и «Международная деятельность».

За последние три года молодежный актив Росатома провел работу по целому ряду важных направлений деятельности. В результате этой работы: — более 700 сотрудников Росатома вовлечено в трансляцию принципов безопасности; — более 1800 сотрудников Росатома вовлечено в направление дебюрократизации;

- организована масштабная информационная кампания по продвижению научных стажировок среди студентов на предприятиях отрасли, в результате 1000 студентов приняли участие в программе;
- запущена программа по корпоративному предпринимательству, благодаря которой на данный момент создано более 90 проектов в этой сфере;





Мария Зотова

Президент Отраслевого совета молодежи:

— Сегодня Росатом — не просто традиционные атомные технологии, это развитие арктических проектов, цифровизации, медицины. На данный момент в молодежное движение Росатома входит 125 предприятий и 15 дивизионов. При этом, несмотря на то что мы все очень разные, живем в разных регионах и в девяти часовых поясах, нам нужно работать в единой команде. Для обмена практиками и сокращения дистанции между уже зрелыми молодежными сообществами и только развивающимися мы создали Школу лидеров молодежных сообществ. В 2022 году у нас выпустился первый поток, в котором было 134 участника, а в апреле этого года открывается второй.



Александр Свешников

Лидер Отраслевого совета молодежи:

— В контексте реализации новых национальных проектов, достижения технологического суверенитета страны, глобальных целей Росатома и сложившихся демографических трендов нам необходимо стать партнером бизнеса в адаптации и профессиональной самореализации молодых работников через системную интеграцию в отраслевую, федеральную и международную повестку. Сегодня средняя вовлеченность молодежи в отрасли составляет 81%, что является хорошим показателем на уровне мировых бенчмарков, но нужно повышать ряд показателей внутри исследования по вовлеченности: участие в жизни и развитии города, восприятие бюрократии и собственной безопасности, рекомендация места работы друзьям и знакомым.

— в рамках направления «Люди и города» развиваются шесть проектов с целью поддержки атомных городов;

— сегодня 445 молодых специалистов Росатома транслируют информацию о передовых технологиях госкорпорации на крупных международных мероприятиях. В 2023 году запустили взаимодействие с 13 странами-партнерами в Global Partners Network;

— молодежь Росатома активно участвует в масштабных федеральных мероприятиях (Форум рабочей молодежи, Молодежный день Петербургского международного экономического форума, Молодежный день Российской энергетической недели и т. д.). С 2020 по 2023 год молодые работники отрасли занимали первые места на кубке Всероссийской недели охраны труда. Также представители молодежи Росатома являются членами федеральных молодежных организаций.

Новый лидер, новая структура, новые задачи

Главной темой встречи стало представление новой структуры Отраслевого совета молодежи (ОСМ) и его нового лидера, выбор которого был очень серьезным. От организаций Росатома были представлены кандидаты, которые выступили перед отраслью на молодежном форуме «АтомПрофи» в ноябре 2023 года. Также HR-директора дивизионов высказали свое мнение обо всех представленных на выборы кандидатах. Для двух кандидатов, набравших наибольшее количество голосов, была организована отдельная беседа с заместителем генерального директора по персоналу госкорпорации «Росатом» Татьяной Терентьевой. По результатам голосования HR-директоров дивизионов, молодежи отрасли и итогового собеседования новым лидером был избран Александр Свешников — представитель концерна «Росэнергоатом». Мария Зотова, ранее возглавлявшая ОСМ, назначена его президентом, а также директором Академии «Маяк» в Нижнем Новгороде.

Александр Свешников представил новую структуру ОСМ на 2024–2026 годы. Куратором Совета выступает заместитель генерального директора по персоналу госкорпорации «Росатом» Татьяна Терентьева. Координаторы приоритетных направлений на отраслевом уровне — топ-руководители отрасли — на основании защиты программ по ряду ключевых направлений и собеседований определили новых кандидатов, которые переняли эстафетную палочку лидерства у предыдущих. Также создан Экспертный совет: в него вошли предыдущие лидеры отраслевых направлений и дивизиональные лидеры, чей опыт и область компетенций будут особенно ценны в решении задач ближайшего двухлетнего периода. Особо важную роль в Отраслевом совете молодежи имеют молодежные лидеры дивизионов, чье понимание ситуации на предприятиях и специфики работы в дивизионе должно упростить коммуникацию внутри ОСМ и помочь представителям разных направлений слышать друг друга и адаптировать свою работу под запросы

отрасли, а представителям дивизионов — быстрее впитывать повестку направлений для планирования деятельности.

«В контексте реализации новых национальных проектов, достижения технологического суверенитета страны, глобальных целей Росатома и сложившихся демографических трендов нам необходимо стать партнером бизнеса в адаптации и профессиональной самореализации молодых работников через системную интеграцию в отраслевую, федеральную и международную повестку. Нам важно осознавать, на какие отраслевые показатели мы хотим влиять — это сохранение уровня вовлеченности молодежи и текучесть молодых работников. Сегодня средняя вовлеченность молодежи в отрасли составляет 81%, что является хорошим показателем на уровне мировых бенчмарков, поэтому цель значительного роста вовлеченности не стоит, но нужно повышать ряд показателей внутри исследования по вовлеченности: участие в жизни и развитии города, восприятие бюрократии и собственной безопасности, рекомендация места работы друзьям и знакомым. Второй показатель — снижение текучести молодежи, которая сегодня составляет 28,5%, и особый фокус внимания — на снижении текучести молодежи в первые два года отраслевого стажа, которая на некоторых предприятиях достигает даже 50%», — отметил Александр Свешников.

Он также подчеркнул, что молодежь Росатома уже следует воспринимать как единую экосистему, включающую не только ОСМ, но и Студенческий совет, и «Юниоров Росатома». Важно усилить работу каждой составляющей, и здесь большое значение имеет поддержка молодежных лидеров предприятий: именно они первыми включаются в интеграцию новых молодых работников не только в производственную повестку, но и в социальную жизнь городов, отраслевую повестку Росатома, в проекты федерального и международного уровня.

Помимо влияния на отраслевые показатели, необходимо оценивать внутренние показатели деятельности молодежного сообщества, вовлекать в молодежную повестку новые интегрированные предприятия, но при этом расти не только количественно, но и качественно. Нужно увеличивать показатели информированности молодых работников о деятельности молодежного совета предприятия/отрасли и оценку пользы от этой деятельности до 77%, что уже является переходом в «зону результативности».

Общие задачи отраслевого молодежного сообщества на текущий год совпадают с задачами отрасли, это перевод Видения-2030 в конкретное состояние, выстраивание экосистемы «школа — вуз — предприятие», а также вклад молодежи в разработку Видения-2045.

Молодежный день информирования завершился сессией вопросов и ответов, в рамках которой представители молодежи смогли продолжить диалог по интересующим направлениям с руководителями, а также молодежными лидерами отрасли.

Для решения поставленных масштабных задач лидеры направлений ОСМ совместно с координаторами направлений определили векторы задач по каждому из направлений в горизонте 2026 года:

— **Технологический суверенитет:** тестирование ИТ-решений (17 000 молодых работников) и трансляция новых отраслевых ИТ-продуктов (25 000 человек).

— **Международная деятельность:** регулярная коммуникация со странами-партнерами (30 стран) и формирование пула международных амбассадоров технологий Росатома.

— **Культура безопасного поведения:** вовлечение молодых сотрудников в трансляцию принципов КБП (25 500 человек).

— **Молодежная наука:** популяризация молодежных научных мероприятий, грантов и премий государственного значения.

— **Молодежное предпринимательство:** привлечение молодежи и студентов в молодежный акселератор (200 проектов).

— **Люди и города:** привлечение грантов под реализацию проектов в интересах городов присутствия (31 город).

— **Традиции. Ценности. Видение Росатома:** формирование и трансляция Видения-2045 (2/3 советов молодежи на предприятиях), повышение узнаваемости и результативности ОСМ (не менее 77% сотрудников ощущают пользу от деятельности Совета молодежи).

— **Внутренние и внешние коммуникации:** рост охвата социальных сетей ОСМ (на 30%) и рост информированности сотрудников о деятельности ОСМ (не менее 77% сотрудников знают о деятельности Совета молодежи).

— **Дебюрократизация:** не менее 2/3 советов молодежи вовлечены и реализуют проекты по сокращению избыточной бюрократии.



Новая физика от Урала до Поволжья

Известные ученые и студенты МГУ Саров стали участниками проекта «Научный десант НЦФМ»

Ведущие ученые и молодые исследователи Национального центра физики и математики в конце 2023 года провели лекторий в восьми российских городах, в том числе в пяти городах расположения Информационных центров по атомной энергии (ИЦАЭ). Студенты из Саратова, Челябинска, Екатеринбурга, Воронежа, Ростова-на-Дону, Санкт-Петербурга, Казани и Уфы стали участниками всероссийского проекта «Научный десант НЦФМ», который реализуется при поддержке госкорпорации «Росатом».

Общение на равных

Уникальность проекта «Научный десант НЦФМ» заключается в том, что его спикерами стали не только

известные ученые, но и студенты, которые уже в магистратуре занимаются научными исследованиями.

«У нас выстроена система, в которой наши студенты активно работают со школьниками. Одно дело — когда я выступлю с лекцией. Ее, конечно, послушают, но, скорее всего, реакция у большинства будет: «Ну и что?» Другое дело — когда слушатели пообщаются с теми, кто сам прошел через наше обучение, погружен в него, знает все плюсы и сложности внутри. Это создает объемное впечатление», — считает Александр Сергеев, научный руководитель НЦФМ, академик РАН.

Студентка Надежда Савкова только начинает погружаться в основы теоретической физики в магистратуре, а Сергей Клоков уже учится на втором курсе, поэтому Надежда, по ее собственному признанию, в основном делилась со студентами своим восторгом

от учебы, а Сергей уравнивал рассказ историями о том, что не все так однозначно.

«Первое чувство, возникающее, когда ты попадаешь в НЦФМ, — это просто восторг! Первое, что поражает еще до начала учебы, — это хорошие условия проживания. Я сама живу в апартаментах, а есть еще таунхаусы. Это совершенно новые корпуса с номерами квартирного типа, а условия в них такие, чтобы мы максимально погружались в учебу, не отвлекаясь на решение бытовых вопросов. Везде есть стиральные машины и даже кондиционеры», — рассказала Надежда Савкова.

«Но главное — у нас шикарные условия обучения. Лаборатории, просторные аудитории, электронные доски, конференц-зал с возможностью качественной онлайн-трансляции, все это настраивает на серьезный лад. При этом очень хорошая стипендия — 55 тыс. для магистрантов, но и требования к студентам высокие — за 20 пропусков без уважительной причины в течение одного семестра могут отчислить», — добавил Сергей.

При этом мотивацию студентов МГУ Саров можно косвенно оценить по итогам первого выпуска, который состоялся в 2023 году. Из 50 человек дипломы получили 42 человека, что с учетом сложности программы очень хороший результат, и 15 из них решили продолжить обучение в аспирантуре.

Учебный план строится не совсем обычным образом. «К нам приезжают преподаватели МГУ, которые читают свой предмет блоками. Например, специалист приехал на две недели, и мы проходим его курс, потом он уезжает. Поэтому получается, что иногда мы учимся с 9 утра и до 8 вечера, а иногда есть почти свободные дни», — рассказал Сергей.

«Но не нужно думать, что у нас только учеба. Хотя первая мысль, когда видишь в расписании одну или две пары: «Класс, можно успеть позаниматься в лаборатории!» Время на диссертацию обязательно нужно выделять. Но и с отдыхом у нас все хорошо. У тех, кто получил пропуск в Саров, есть возможность бесплатно посещать тренажерный зал. У нас действует студенческий туристический клуб, работает научное сообщество. Еще нам регулярно организуют профильные экскурсии. Недавно мы были в ОИЯИ в Дубне и в московских институтах НИКИЭТ, ВНИИА, ТРИНИТИ», — добавила Надежда.

Сергей Клоков в свободное время занимается популяризацией науки: «Я руковожу астроклубом. Периодически читаю саровским школьникам научно-популярные лекции. У нас есть свой телескоп, поэтому мы проводим дни тротуарной астрономии, когда позволяет погода».

Отдельно студенты остановились на выборе научной темы исследования. «У меня есть одноклассники, которые занимаются физикой нейтрино, фотоникой, лазерными технологиями. Вам будут рекомендовать



выбирать научных руководителей из РФЯЦ-ВНИИЭФ, но это совершенно не обязательно. Это могут быть и профессора из МГУ, и даже из других вузов», — объяснил Сергей.

Есть в МГУ Саров и свой «маскот» — это кот по кличке Гусар. «Его имя — творческое сокращение от «МГУ Саров». Да и посмотрите, какой он у нас красавец, настоящий гусар», — пошутила Надежда.

Что такое НЦФМ

Структуре НЦФМ, его глобальным целям и прикладным задачам были посвящены несколько лекций в разных городах. Так, например, сопредседатель научно-технического совета НЦФМ академик РАН Борис Шарков, спецпредставитель директора по сотрудничеству с международными и российскими научными организациями ОИЯИ, рассказал саратовским студентам о том, что стратегическая цель — вхождение НЦФМ к 2030 году в число ведущих мировых научных центров.

«Базовая триада НЦФМ — фундаментальная наука, высокие технологии и блестящее образование», — подчеркнул спикер.

Уже сейчас 42 члена Российской академии наук работают и проводят исследования в НЦФМ. МГУ Саров — это образовательное ядро НЦФМ, студентов рассматривают как перспективных молодых ученых, которые продолжают заниматься исследованиями в НЦФМ или пополняют ряды сотрудников РФЯЦ-ВНИИЭФ, или ядерного центра, как его обычно называют.

«Главный двигатель науки — это любопытство. Оно обеспечивает научный и технологический прогресс, становится драйвером развития. Поэтому не останавливайтесь, задавайте вопросы себе и другим — о жизни и об устройстве Вселенной», — пожелал слушателям в конце своего выступления Борис Шарков.





На фото

Владимир Воеводин, директор филиала МГУ Саров, директор Научно-исследовательского центра МГУ, рассказывал саратовским, челябинским и екатеринбургским студентам о суперкомпьютерных технологиях

Дмитрий Бисикало, заместитель научного руководителя ИЦФМ, главный ученый секретарь ИЦФМ, академик РАН, выступавший перед челябинскими студентами, обратил их внимание на то, что ИЦФМ — это прежде всего кооперация и это в первую очередь открытое сообщество, а глобальная задача ИЦФМ — обеспечить технологический суверенитет страны.

Рассказывая об образовательном процессе, спикер подчеркнул, что его эффективность достаточно высока и одна из причин — это качественный и количественный подход к преподавательскому составу. «На 120 студентов у нас примерно 120 преподавателей, и это правильное соотношение. Получается практически индивидуальный подход к студентам, и результат мы уже видим», — подчеркнул Дмитрий Бисикало.

По словам Дмитрия Валерьевича, сейчас с ИЦФМ сотрудничают более 50 организаций, включая Росатом. «Более 90% наших выпускников из первого набора устроились на предприятия Росатома, и часть из них совмещают работу с обучением в аспирантуре», — рассказал спикер.

Молодых исследователей привлекают не только современными научными лабораториями и уникальным оборудованием: в ИЦФМ уже состоялись несколько научных школ.

«Система, которая будет реализована, будет напоминать систему в ЦЕРНе. Ученые смогут приехать, провести необходимые им эксперименты, затем

вернуться к себе и анализировать результаты», — объяснил эксперт.

«Идея заключается в том, что ИЦФМ — абсолютно открытая площадка, коллаборация множества научных организаций и при этом рядом находится РФЯЦ-ВНИИЭФ, которому тоже нужны и важны открытия в области фундаментальной науки. И Саров в целом — это огромный научный потенциал, наработки в нескольких важных областях. В нашей стране есть задачи развития территорий. И развитие территории через науку — это хороший способ. Укрепляя стратегически важную отрасль, мы развиваем у наших студентов универсальные профессиональные компетенции, ведь нашей стране для достижения технологического суверенитета нужны молодые талантливые ученые. И мы в МГУ Саров и в ИЦФМ работаем именно на эту задачу», — подчеркнул Александр Сергеев.

Суперкомпьютеры — незаметные гиганты

Член-корреспондент РАН Владимир Воеводин, директор филиала МГУ Саров, директор Научно-исследовательского вычислительного центра МГУ, сопредседатель направления ИЦФМ, рассказал саратовским, челябинским и екатеринбургским студентам о суперкомпьютерных технологиях.

«Иногда мы шутим так: суперкомпьютер — это машина, которая всегда занимает большой зал, весит больше одной тонны и стоит больше ста миллионов рублей», — улыбнулся Владимир Воеводин. Спикер назвал суперкомпьютеры незаметными гигантами: они много что делают, но их практически никто не видел.

«Во многих случаях без суперкомпьютерных технологий делать нечего. Везде, где человек хочет стать лидером и обогнать остальных, используются суперкомпьютеры. У многих впечатление, что это что-то элитарное, и это правильно. И одновременно это та технология, к которой мы все однозначно причастны. Они везде, и их основная цель — быстро решать суперзадачи», — пояснил Владимир Валентинович.

Прогнозирование поведения многолетней мерзлоты, краш-тесты автомобилей, цифровые модели предприятий, разработка новых лекарств, кинематограф и анимация, безопасность и даже маркетинговые стратегии — во всех этих сферах без суперкомпьютеров уже не обойтись. «Во время просмотра фильма мы чаще всего видим результат работы суперкомпьютера. Его использование может принести компании значительную прибыль. Самый яркий пример — чипсы «Принглс», рекламная и маркетинговая кампания которых строилась на основании расчетов суперкомпьютера», — привел примеры Владимир Воеводин.

Интернет сегодня, по словам спикера, самый большой параллельный компьютер, и с его помощью можно решать фантастические задачи. В онлайн-режиме

можно объединить тысячи свободных машин. Самый известный проект, который реализуется таким образом, — поиск внеземной жизни.

Но существует ряд проблем и задач, которые нужно решать. Например, КПД паровоза выше КПД суперкомпьютера. Еще одна тема — необходимость использования параллельных алгоритмов. «Суперкомпьютеры работают так быстро, потому что их архитектура построена на принципе параллелизма. Мы понимаем, что такое алгоритм, но нам нужно думать, и что такое параллельный алгоритм. Параллельные вычисления делаются, чтобы решить задачу быстрее. Весь ход решения задачи должен отражать параллельность, иначе не будет хорошего решения, а значит, и высокой скорости», — объяснил Владимир Валентинович.

Энергия из вакуума

Выступление Александра Сергеева, научного руководителя ИЦФМ, академика РАН, было посвящено в том числе истории атомной промышленности в СССР и России.

«Советский атомный проект — это быстрое превращение новых знаний в новые технологии. История и опыт Росатома прекрасно демонстрируют важность технологического суверенитета. В 1949 году мы успешно испытали атомную бомбу, а уже в 1954 году запустили первую в мире АЭС. Всего пять лет понадобилось, чтобы достижения в обороне были переведены в мирное русло. А атомную энергию удалось перевести в список экологически чистых, зеленых видов энергии», — подчеркнул Александр Михайлович.

Вторая тема, которую академик обсудил с воронежскими и ростовскими студентами, была посвящена способам получения энергии. По мнению Александра Сергеева, именно энергообеспеченность определяет и экономическое, и социальное развитие общества.

Химическая энергия содержится в связях электронов в атомах и молекулах. Ее высвобождение — это первый уровень получения энергии. Затем идут реакции распада ядра. В процессе ядерной цепной реакции деления мы получаем гораздо больше энергии, чем, например, в результате горения — экзотермической реакции. И по-настоящему колоссальные возможности прячутся в энергии связей кварков, из которых состоит нейтрон.

Сейчас одно из самых актуальных направлений исследования — это вакуум. «Устройство вакуума — это большой вопрос, перед решением которого стоят физики. Это важно с точки зрения понимания того, где и как может извлекаться энергия. И эта энергия будет на несколько порядков больше той энергии, которая прячется в глюонных полях, удерживающих кварки вместе», — прокомментировал Александр Сергеев.

Изучать пространственно-временную структуру вакуума позволит строящийся в ИЦФМ эксаваттный лазер XCELS. Это не единственная его задача: среди них, например, ионизация вакуума и получение частиц и античастиц, генерация плазмы и гамма-излучения сверхвысокой яркости.

Еще один масштабный проект — фотонная вычислительная машина. «Единственная математическая процедура, которая используется в ИИ на искусственных нейронных сетях, — это перемножение матриц или перемножение матрицы на вектор. С этой задачей очень успешно справляется свет. Фотоны делают это гораздо быстрее, чем электроны. Так появились фотонные вычислительные машины», — пояснил Александр Михайлович.

Природа искусственного интеллекта

Своими размышлениями о природе искусственного интеллекта с ростовскими студентами поделился Игорь Каляев, академик РАН, научный руководитель направления ЮФУ.

«Интеллектуальные нейроморфные системы работают по тем же принципам, что и человеческий мозг. Кроме того, они устойчивы к внешним воздействиям, включая радиационные», — объяснил Игорь Анатольевич.

Фотонные вычислительные машины на данный момент создаются на основе кремниевых плат, то есть, по сути, с помощью аналоговых технологий. Следующий шаг в этом направлении — заменить их на фотонную элементную базу, что позволит повысить производительность компьютера в два-три раза.

Отвечая на вопросы слушателей, Игорь Анатольевич подчеркнул, что не видит опасности захвата человечества интеллектуальными машинами. «Искусственным интеллектом занимаются те, кому не хватает естественного», — пошутил эксперт. — На мой взгляд, это все равно алгоритмизированные программы, написанные человеком, и существование искусственного разума без человека невозможно, ведь работа ИИ строится на больших данных, которые генерируют, выбирают и создают люди».

Основная задача «Научного десанта ИЦФМ» — вызвать интерес студентов и привлечь талантливых исследователей. В проекте приняли участие более 2000 студентов из 16 ведущих региональных вузов, а это значит, что география абитуриентов МГУ Саров в 2024 году расширится.



Текст: Федор Буйновский

Ослепшее общество

Как новая социология оценивает процессы, происходящие в обществе в эпоху кризиса нормальности

В своей книге «Социология в постнормальную эпоху» Чарльз Торп утверждает, что современный проект создания нормальной жизни в национальном государстве потерпел крах. А социология, которая помогала обществу анализировать само себя, больше не работает.

Конец нормальности

Нормальность подошла к концу: модель стабильного капитализма, при котором противоречия в обществе скрыты за пеленой идеологии, стремительно разрушается. Социологи ломают голову над неожиданным возвращением национализма и авторитаризма в мировую политику. Глобализация экономики подорвала возможности национального государства как организации капиталистического общества, не создав ему альтернативу. Нормальная социология, которая выполняла функции религии в секулярном обществе, облачив их в научную форму, больше не справляется со своими задачами.

Чарльз Торп объясняет, почему нормальная социология мешает нам объективно изучать современное общество, и предлагает переосмыслить науку, отбросив скрытые идеологические установки нормальности.

Социум на переломе

Постнормальная социология стала ответом буржуазии на назревающий кризис, переместив внимание на антагонизмы идентичностей, чтобы препятствовать формированию солидарности рабочих. Только объединенный рабочий класс может стать той политической силой, которая преодолеет фрагментацию общества, считает Торп. Название книги — «Социология в постнормальную эпоху» — изначально указывает на некий социально-культурный перелом, свидетелями которого мы являемся. Перелом, меняющий или отменяющий наши представления о норме, а следовательно, и наши представления о том, как изучать и оценивать процессы, происходящие в обществе.

Парадокс, лежащий в основе рассуждений Торпа, состоит в том, что, с одной стороны, социология, как и все современные общественные науки, появилась именно в буржуазном обществе и является инструментом его самопознания. Но, с другой стороны, рыночные отношения, лежащие в основе капиталистической экономики, атомизируют индивидов и становятся фактором десоциализации. Потому неудивительно, что наивысшего расцвета социологические исследования достигли в эпоху регулируемого капитализма, когда государственная экономическая политика, опиравшаяся на идеи Дж. М. Кейнса и общественный договор между противостоящими друг другу классами и группами, позволили стабилизировать систему и поддерживать ее в равновесии. Именно такое, разделенное, но сравнительно устойчивое общество оказывается идеальным объектом для социологии, а ее методы были сформированы и наилучшим образом подходили именно для такого общества.

Новая норма или хаос?

Специфика золотого века социологических исследований состояла в том, что на определенном этапе благодаря стабилизации общественных отношений большинство явлений действительно были примерно тем, чем казались. Неолиберализм не только разрушил компромисс между классами, но и запустил мощнейший процесс десоциализации, подорвав ту «нормальность», с которой ранее имели дело исследователи. И то, что могло ранее считаться отклонением от нормы, маргинальным или экстремальным явлением, само становится формой массового поведения или мнения. Вопрос лишь в том, можно ли говорить об этом как о новой норме, особенно учитывая нестабильность и неоформленность общественных отношений.

Торп использует термин «постнормальность», характеризуя изменившуюся ситуацию, когда речь идет не столько об изменении норм, сколько об их разрушении. Практики и мнения, разрушающие старую норму, далеко не обязательно закладывают основания для новой нормы. С таким же основанием

можно подозревать, что речь идет о торжестве хаоса и отсутствии каких-либо устойчивых норм вообще. «Маргинализация и неопределенность выводов современной социологии», — пишет Торп, — усиливает слепоту современного общества, его неспособность понять самого себя, его неспособность понять себя именно как общество».

Кризис — системный и интеллектуальный

Политическая позиция Торпа не оставляет никаких сомнений: он рассматривает капитализм как исторически преходящую форму общества, а потому твердо придерживается левых взглядов. Но сама по себе критика слева, которая сопровождает буржуазный порядок на всем протяжении его существования, тоже переживает кризис. После глобального экономического кризиса 2008–2010 годов система так и не смогла восстановить «нормальный» процесс воспроизводства, а нестабильность сделалась ее естественным спутником. Причем эта нестабильность не только нарастает, но все более осознается массами. Увы, в тот самый момент, когда общественное недовольство капитализмом по всей планете достигло беспрецедентных масштабов, левое движение оказалось на самой низкой точке, пожалуй, за всю свою историю. Если не в плане организационном, то уж точно в плане идеологическом и моральном. Таким образом, кризис системный оказывается одновременно и интеллектуальным. Исчерпав свои социальные возможности развития, капитализм не остановил технический прогресс, но сделал его фактором хаотизации общества, «продолжающееся развитие производительных сил и науки дезорганизует, а не упорядочивает наш мир».

Точно так же развитие экономики подорвало во многом возможности национального государства, но не породило никаких других форм структурной организации на международном уровне. Возникает парадоксальная ситуация: возвращение национального государства на передний план истории необходимо и неизбежно, но государство уже не может обрести ту силу и воспользоваться всеми теми возможностями, которые оно имело в золотой век регулируемого капитализма середины XX века.

Новый социум: общество потребления

Проблема не только в том, что сократились возможности власти и бюрократии — они по-прежнему огромны, но изменился социум, с которым приходится иметь дело государству, изменилось самосознание и поведение людей, которые уже все меньше осознают себя гражданами. «С переходом от гражданского самосознания к потребительскому акцент делается уже не на том, чтобы достичь по возможности однородности, но, напротив, на том, чтобы выделить индивида из массы через личное потребление».

Наблюдается растущая индивидуализация и фрагментация потребления при сохранении отчуждения. В свою очередь, в таком обществе национализм

Подробности

Чарльз Торп, профессор социологии Калифорнийского университета в Сан-Диего, считает, что пандемия Covid-19 и последствия изменения климата являются чертами постнормальных времен. В книге «Социология в постнормальную эпоху» Торп пишет, что современный проект создания нормальности внутри национального государства потерпел крах. Неотъемлемой частью этого процесса является социология — как наука о преобразовании общества. Опираясь на работы таких выдающихся современных теоретиков в области социологии, как Зигмунт Бауман и Энтони Гидденс, Торп утверждает: то общество, которое ранее рассматривалось как объект социологии, теперь нежизнеспособно, поскольку глобализация положила конец социальным преобразованиям. Прошлые постулаты и цели социологии должны быть оставлены позади, чтобы зародилось новое глобальное человечество за пределами национальных государств, именно это — предпосылка нашего выживания.

из консолидирующей силы превращается в разрушительную, поскольку не опирается на организованную и структурированную гражданскую нацию, а представляет собой лишь способ организации озлобленных и фрустрированных потребителей для конкуренции с другими такими же потребителями, давно лишенными реальной солидарности и общего дела.

Власть через упорядочивание

К счастью, есть и хорошие новости. Деградация не тотальна и не может быть тотальной: «как и развитие, деградация является неоднородной и неравномерной». Очаги прогрессивного развития сохраняются даже на фоне социальной дезорганизации точно так же, как возникают возможности для формирования новой гегемонии. Пока только потенциальные. По определению Торпа, «гегемония — это власть через упорядочивание». Иными словами, способность правящего класса или альтернативной ему силы упорядочить и организовать общество как раз и обеспечивает стабильность существующего порядка или возможность создать на смену ему что-то новое.

В данном случае, однако, речь идет уже не о смене одного порядка другим, а о преодолении хаоса, о сохранении и восстановлении основ организованного социального бытия как такового.

Все вышесказанное приводит к однозначному выводу, что в эпоху постнормальности эффективными будут те организации, которые преодолеют «слепоту» и смогут организовать и упорядочить свою деятельность в новых условиях.

Фото: Машиностроительный дивизион Росатома

Машиностроительный дивизион Росатома завершил отгрузку трубопроводной арматуры для АЭС «Руппур» (Бангладеш)



СЕМЬ ПЯДЕЙ В САРОВЕ

СПЕЦПРОЕКТ НАЦИОНАЛЬНОГО ЦЕНТРА ФИЗИКИ И МАТЕМАТИКИ И ГАЗЕТЫ «СТРАНА РОСАТОМ»

От суперкомпьютерного моделирования до газодинамики взрыва, от искусственного интеллекта до лазерных технологий — НЦФМ ежегодно проводит школы по своей научной программе. Слушатели общаются со звездами российской науки: Александром Сергеевым, Игорем Каляевым, Львом Зеленым и др., представляют свои исследования, получают консультацию и поддержку. В спецпроекте мы рассказываем и показываем, как это происходит.



Записи лекций, справочная информация, статьи по темам — все собрано на strana-rosatom.ru/ncphm. Заходите и изучайте!

Аудитория

Студенты старших курсов бакалавриата, специалитета, магистратуры, аспиранты, ученые в возрасте до 39 лет

Лекторы

Ведущие ученые институтов Российской академии наук, МГУ им. Ломоносова, РФЯЦ-ВНИИЭФ, ОИЯИ, Курчатовского института и многих других известных организаций и компаний

ХОТИТЕ В ШКОЛУ НЦФМ?

Регистрация свободная. Школы проходят в Сарове. Участие, проживание и питание бесплатное. Компенсация транспортных расходов. Уникальные экскурсии: предприятия «Росатома» и достопримечательности Нижегородской области.



