

ВЕСТНИК АТОМПРОМА

№3 | апрель | 2025

Главная тема

Инженерное образование

*Опорные вузы «Росатома»:
современные тенденции
в подготовке инженеров*

В номере

Чемпионатное движение	36
-----------------------	----

Экологические проекты	38
-----------------------	----

Мировая электроэнергетика	50
---------------------------	----



Уважаемые читатели!

Слово «инженер», пришедшее к нам через цепочку заимствований, восходит к латинскому ingenium. В ряду однокоренных с ним слов в разных языках мы находим и «изобретательность, мастерство», и «талант, дарование, ум», и даже «гениальность». Мнения о престижности профессии инженера в российском обществе сегодня расходятся, но данные приемных комиссий технических вузов, в том числе опорных вузов «Росатома», показывают, что интерес абитуриентов к ряду инженерных специальностей растёт.

В структуре потребностей «Росатома» в наборе выпускников вузов инженерные специальности доминируют — их доля составляет 94%. Главная тема номера рассказывает, какие инженеры сегодня востребованы и какие новшества в образовательном процессе появляются в вузах в ответ на новые запросы госкорпорации.

Также вы узнаете о мировых рекордах производства электроэнергии с использованием ВИЭ, познакомитесь с тем, как идет комплексная работа «Росатома» по ликвидации накопленного экологического вреда на объектах в Ленинградской и Иркутской областях и откроете для себя несколько удивительных фактов об уране.

ВЕСТНИК АТОМПРОМА № 3, апрель 2025 года Информационно-аналитическое издание Фото на обложке АНО «Энергия развития»	Главный редактор Долгова Ю. В. dolgova@strana-rosatom.ru Выпускающий редактор Еременко О. В. Дизайн и верстка Бабич А. Е., Балдин В. В. Корректор Бомбенкова А. Н. Учредитель, издатель и редакция Общество с ограниченной ответственностью «НВМ-пресс»	Адрес редакции 129110 Москва, ул. Гиляровского, д. 57, с. 4 Отдел распространения и рекламы Сазонова Т. С. sazonova@strana-rosatom.ru +7 (495) 626-24-74 Журнал зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций Свидетельство о регистрации СМИ ПИ №ФС77-59582 от 10 октября 2014 года	Тираж 1980 экземпляров. Цена свободная. Подписано в печать: 18.04.2025 При перепечатке ссылка на «Вестник Атомпрома» обязательна. Рукописи не рецензируются 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. Зюбинская, д. 6, стр. 2. Тел.: +7 (968) 724-35-91 № заказа: Аф-004/25.
--	--	---	---

	Содержание			
Главная тема	коротко	Созидатели будущего 4 <i>Профессия инженера сегодня и завтра</i>	Фоторепортаж	В десятку! 36 <i>Вспоминаем яркие моменты AtomSkills-2025</i>
	вступительное слово	«В следующее десятилетие нам нужно практически утроить набор выпускников» 5 <i>Валерий Карезин, директор проектного офиса госкорпорации «Росатом» по развитию образования и международному сотрудничеству, — о стратегии обеспечения кадровых потребностей атомной отрасли</i>		Экологические проекты
	прямая речь	«Инженерное дело — это искусство создавать то, что еще не существует» 8 <i>Ректор НИЯУ «МИФИ» Владимир Шевченко — о современных трендах в инженерном образовании и о проектах, помогающих студентам знакомиться с возможностями карьеры в «Росатоме»</i>	Ядерный топливный цикл	
	проекты	Наши ПИШи 12 <i>Как устроены передовые инженерные школы, работающие с «Росатомом»</i>		Хочу все знать
	практика	«Наша особенность — в тесном контакте с предприятиями атомной отрасли» 17 <i>Как готовят будущих атомщиков в Уральском федеральном университете</i>	Электроэнергетика	
	международное сотрудничество	Из Сибири — в Африку 22 <i>В Томском политехническом университете учатся студенты из Руанды</i>		ИЦАЭ
мнения	Непростая доля инженера 24 <i>Как общество и вузы оценивают интерес к инженерным специальностям</i>	Особое мнение	В эпоху перемен 56 <i>Запад движется к более воинственной форме меркантилизма, чем это было ранее</i>	
рынок труда	«Зумер — не приговор» 32 <i>Повысят ли зумеры производительность труда в России</i>			

Созидатели будущего

Сегодня российская экономика остро нуждается в специалистах технического и инженерного профиля, которые не только обладают широкими знаниями в своей области, но и умеют решать различные профессиональные задачи с применением творческого подхода и способны инициировать инновационную деятельность.

Важной функцией инженерного образования становится развитие экономического мышления и навыков проектной деятельности. Способность создать востребованный конкурентоспособный продукт, давая экономическую оценку последствий принятия технических решений, умение планировать собственную деятельность и деятельность других сотрудников, работать в команде — всему этому тоже должен научиться студент современного технического вуза. Цифровая трансформация

экономики — еще один фактор, который во многом меняет привычный облик профессии инженера.

Качественная подготовка специалиста инженерно-технического профиля — сложный процесс. В этом процессе будущие работодатели могут и должны быть союзниками учебных заведений, способными как обозначить требования к квалификации будущего специалиста, так и предоставить студентам и аспирантам возможность на практике применить знания и навыки, полученные в ходе учебной деятельности.

Читайте в материалах главной темы номера о том, как сегодня формируется новый облик профессии инженера и как в опорных вузах «Росатома» происходит вовлечение студентов и аспирантов в решение научно-технических задач в интересах предприятий атомной отрасли.



Валерий Карезин, директор проектного офиса госкорпорации «Росатом» по развитию образования и международному сотрудничеству:

«В следующее десятилетие нам нужно практически утроить набор выпускников»

Одна из ценностей «Росатома» — «Быть всегда на шаг вперед!». Яркой иллюстрацией этого тезиса может служить подход «Росатома» к работе с молодежью. В 2010 году почти никто еще не говорил о кадровом дефиците, в том числе среди молодежи. Но уже тогда мы понимали, что необходимо заниматься планированием потребностей в наборе молодых специалистов. Для этого необходимы данные о долгосрочной динамике потребностей в наборе, на основании которых можно было бы выстраивать сотрудничество с системой образования. В результате в начале 2010-х годов мы создали и внедрили в «Росатоме» систему прогнозирования потребностей в наборе выпускников вузов и колледжей на 10 лет вперед. Мы ответили на четыре основных вопроса:

1. Сколько нужно выпускников?
2. Каких выпускников?
3. Где?
4. Когда?

Это значит, что прогноз детализирован по годам приема на работу, по предприятиям «Росатома», по специальностям и по конкретным вузам и колледжам. Этот прогноз актуализируется два раза в год и в совокупности представляет собой своего рода «техническое задание» для системы образования страны по подготовке кадров для «Росатома» на 10-летнюю перспективу.

Уже в начале 2010-х годов данный прогноз нам показывал многократный рост потребностей в наборе молодежи на долгосрочную перспективу. И когда в последние годы действительно начался резкий рост набора, мы к этому росту уже были готовы.

На сегодняшний момент потребность предприятий госкорпорации «Росатом» в трудоустройстве выпускников до 2035 года составляет 62 тыс. человек (более 360 профессий/специальностей), в том числе: — 42 тыс. выпускников по программам высшего образования (из 180 вузов);

— 20 тыс. выпускников по программам среднего профессионального образования (из 160 колледжей).

Много это или мало — 62 тыс. выпускников до 2035 года? Могу сказать для сравнения, что с 2014 по 2024 год включительно мы приняли на работу только 22 тыс. выпускников. То есть в следующее десятилетие нам нужно практически утроить набор выпускников. При этом потребность в наборе выпускников вузов и колледжей в будущем может еще возрасти по сравнению с нашими текущими планами за счет развития новых направлений бизнеса госкорпорации «Росатом».

В структуре потребностей госкорпорации в наборе выпускников вузов доминируют инженерные специальности (включая ядерные и ИТ-специальности) — их доля составляет 94% от общих потребностей. Еще 4% приходится на естественно-научные специальности (математика, физика, химия). На долю остальных специальностей (экономика, юриспруденция, гуманитарные науки и т. п.) приходится только 2%. При этом важными для нас являются как выпускники «массовых» инженерных профессий, которые приходят к нам на стартовые должности линейного персонала АЭС, производственных предприятий, ИТ-персонала, так и «штучная» подготовка инженерно-технических специалистов, которые приходят к нам в научно-исследовательские и проектные институты, в конструкторские бюро.

Такая структура набора выпускников инженерных специальностей в отрасль определяет необходимость создания кластера образовательных организаций, с которыми взаимодействует госкорпорация «Росатом».

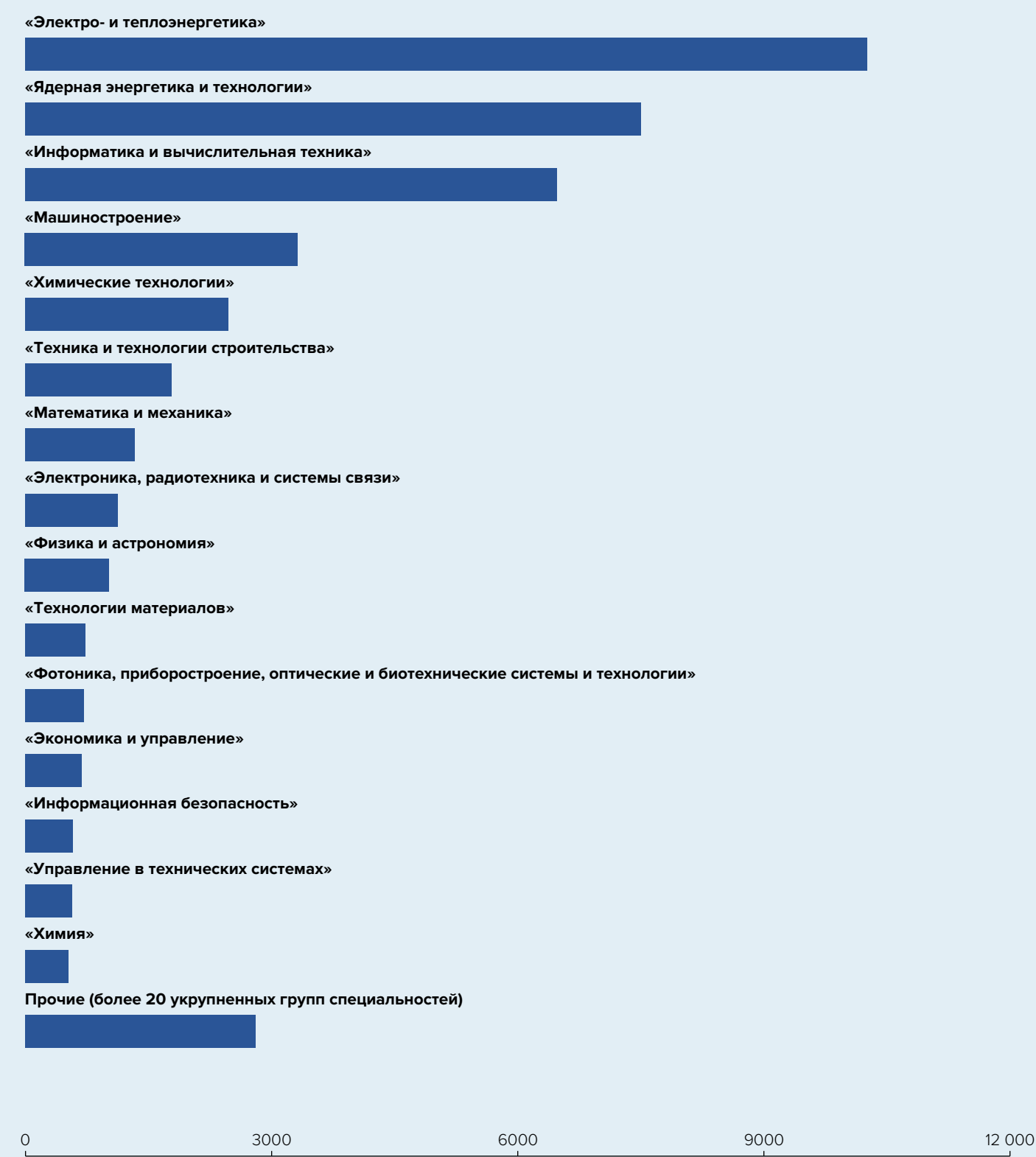
28 марта 2025 года госкорпорацией «Росатом» создан Координационный совет по кадровому обеспечению национального



проекта «Новые атомные и энергетические технологии» (НП «НАиЭТ»).

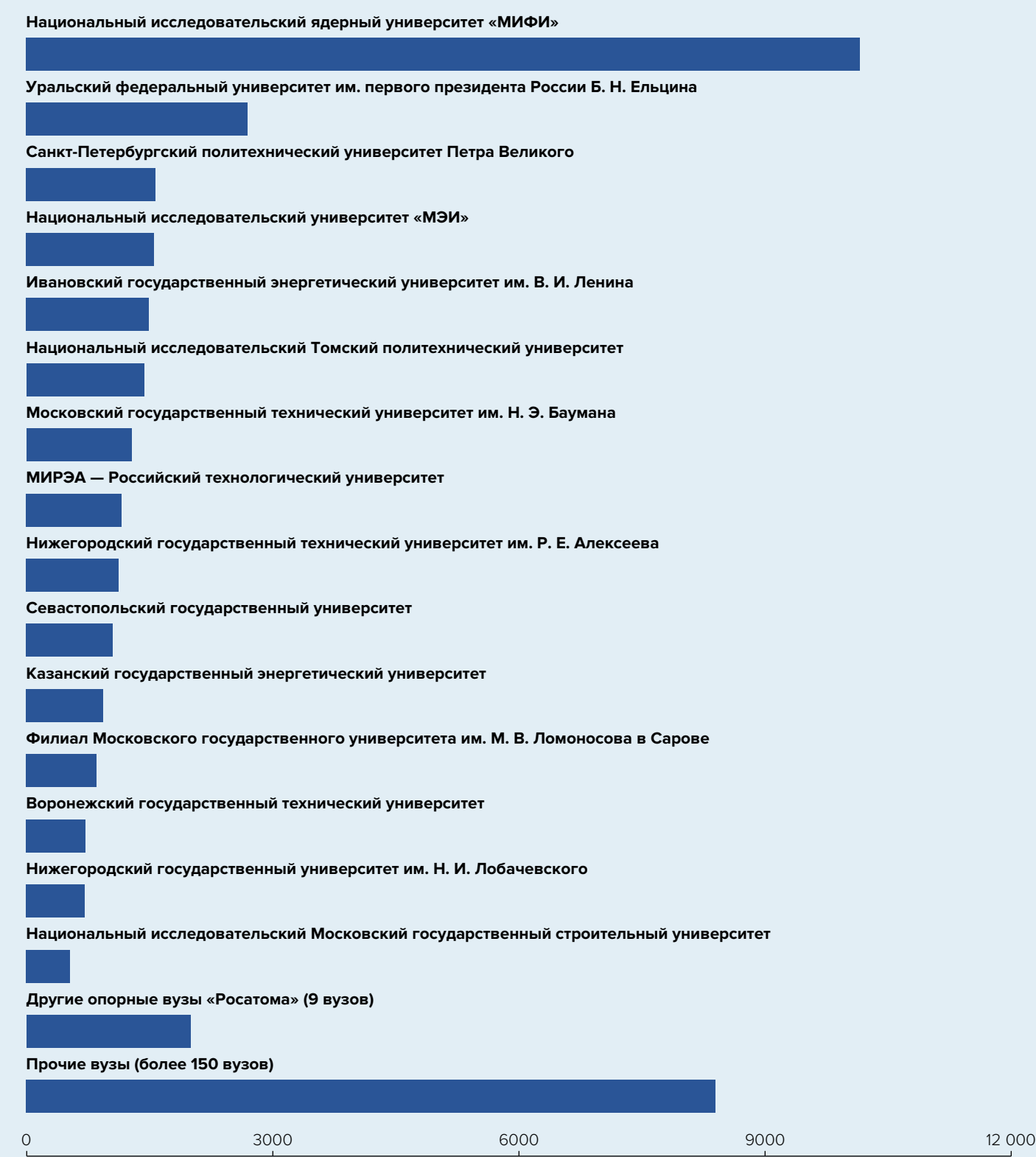
Госкорпорация «Росатом» выступает руководителем и администратором пяти федеральных проектов, входящих в НП «НАиЭТ». Госкорпорация должна обеспечить привлечение 30 тыс. квалифицированных кадров под задачи национального проекта. Основные задачи Координационного совета — формирование стратегии обеспечения кадровой потребности атомной отрасли и проведение научных исследований для достижения целей, установленных НП «НАиЭТ». Результаты деятельности Координационного совета будут включать в себя предложения по корректировке образовательных программ, формированию сводной потребности дивизионов госкорпорации «Росатом» в специалистах, корректировке подходов к развитию кадрового потенциала и др.

Потребность «Росатома» в наборе выпускников вузов в 2025–2035 гг. по укрупненным группам специальностей



К прочим укрупненным группам, в частности, относятся: «Техника и технологии кораблестроения и водного транспорта», «Компьютерные и информационные науки», «Авиационная и ракетно-космическая техника», «Техносферная безопасность и природообустройство» и ряд других.

Топ-15 вузов по потребностям «Росатома» в наборе выпускников в 2025–2035 гг.



К числу вузов, выпускники которых востребованы «Росатомом», относятся также: Московский физико-технический институт (национальный исследовательский университет), Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова, Национальный исследовательский Томский государственный университет, Юго-Западный государственный университет, Саратовский государственный технический университет им. Гагарина Ю. А., Воронежский государственный университет, Университет науки и технологий «МИСИС», Российский химико-технологический университет им. Д. И. Менделеева, Государственный университет морского и речного флота им. адмирала С. О. Макарова и многие другие вузы.

Владимир Шевченко, ректор НИЯУ «МИФИ»:

«Инженерное дело — это искусство создавать то, что еще не существует»



Московский инженерно-физический институт готовит специалистов для атомной промышленности с середины 1940-х годов. Сегодня Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ» обладает разветвленной сетью филиалов в атомных городах и является лидером Ассоциации «Консорциум опорных вузов госкорпорации «Росатом»». Владимир Шевченко, ректор НИЯУ «МИФИ», рассказал «Вестнику атомпрома» о современных трендах в инженерном образовании, о проектах, помогающих студентам знакомиться с возможностями карьеры в «Росатоме», и о новшествах в образовательном процессе, которые появляются в ответ на современные запросы к инженерным кадрам.

— Какие инженеры востребованы сегодня на рынке? Как их готовить?

— В России растет спрос именно на качественное инженерное образование. Это подтверждается результатами исследования «Мониторинг качества приема в вузы», проведенного Высшей школой экономики. В 2024 году технические вузы и университеты с крупными инженерными программами впервые за 14 лет заняли около половины мест в топ-25 российских вузов по качеству приема. Среди них — шесть опорных вузов «Росатома», причем два — МФТИ и МИФИ — возглавили рейтинг.

В 2024 году число абитуриентов, поступивших на инженерные направления, увеличилось на 7% по сравнению с предыдущим годом. Доля первокурсников-инженеров в общем приеме достигла 41%. Инженерное дело — это не просто профессия, это искусство создавать то, что еще не существует. Это искусство всегда будет востребовано.

Крупные компании и промышленные предприятия активно ищут высококвалифицированных инженеров. Однако работодатели ждут от молодых специалистов не только профессиональных знаний, но и личностных качеств: инициативности, ответственности, трудолюбия, упорства, умения глубоко погружаться в задачи и работать в команде. Все помнят фразу Томаса Эдисона: «Гений — это 1% вдохновения и 99% пота». Поэтому при приеме на работу личные качества кандидата часто оказываются не менее важны, чем его профессиональные навыки.

Мы в МИФИ понимаем этот нюанс и стремимся к тому, чтобы наши выпускники осознавали: мир многогранен и не сводится исключительно к компьютерным кодам и математическим формулам. В частности, мы вовлекаем студентов в индивидуальные и групповые проекты, где они применяют естественно-научные методы для решения гуманитарных и культурологических задач.

В качестве другого примера движения по этому пути отмечу наш образовательный проект «Экономическое мышление инженера». Одна из его целей — мотивировать преподавателей инженерных дисциплин включить в свои курсы модули и задания с экономической составляющей. Это важный шаг к подготовке инженеров-исследователей нового типа, способных оценивать экономические следствия своих технических решений. Именно такой подход — сочетание технической грамотности и экономической

компетентности — становится ключевым для современных инженеров.

— Какие общие для всех опорных вузов «Росатома» черты с точки зрения традиций отечественной высшей школы вы бы отметили?

— Ответ на этот вопрос органически продолжает тезисы, которые я привел выше. Современная система российского инженерного образования во многом наследует советской инженерной традиции, к которой принадлежат Владимир Шухов, Михаил Янгель, Владимир Челомей, Николай Доллежал, Андрей Туполев, Сергей Королев и другие выдающиеся создатели советской техносферы. Акценты делались на крепкой связке фундаментальных знаний и практических навыков, на развитии широкой эрудиции, на исключительной амбициозности инженерных задач — вспомним атомный или космический проекты.

В то же время социально-экономических реалий, в которых действовали эти великие инженеры, больше не существует.

Сегодняшнее общество и экономика формируют запрос на инженеров, которые понимают, что стоимостные или временные ограничения играют не меньшую роль, чем, скажем, прочностные и массогабаритные. Таких специалистов, понимающих, чем изделия отличаются от продукта, нам пока не хватает.

Ошибочно полагать, что человеку можно сначала дать инженерное образование, а затем обучить экономике, и он начнет мыслить как Генри Форд. Так это не работает. С самого начала обучения студент-инженер должен понимать, что ресурсные ограничения, особенности спроса и предложения — это не вторичные аспекты, а неотъемлемая часть его профессиональной деятельности. Именно эти знания делают инженера по-настоящему востребованным на рынке труда.

— Сейчас опорные вузы поставляют «Росатому» свыше половины новых молодых специалистов среди белых воротничков. А есть ли видение этой доли в будущем в связи с прогнозом кадровых потребностей госкорпорации? В какой мере МИФИ задает тренды инженерного образования в остальных 19 опорных вузах и организует их деятельность в рамках Ассоциации?

— Университеты становятся опорными вузами «Росатома» по нескольким критериям, одним из которых является востребованность их выпускников в атомной отрасли. В настоящее время две трети новых сотрудников «Росатома» — выпускники опорных вузов, и к 2030 году эта доля должна вырасти до 80%.

МИФИ, как лидер Ассоциации «Консорциум опорных вузов», координирует ряд мероприятий опорных вузов. Успех коллективного взаимодействия зависит от участия в научных конференциях, обмена результатами исследований.

МИФИ регулярно организует мероприятия, на которых опорные вузы могут согласовывать свои позиции. Проводятся стратегические сессии, а студенты участвуют в съездах научных обществ, летних школах и стажировках. Для сотрудников и студентов действует программа «Акселератор социальных проектов». В начале осени мы проводим «Ядерный фестиваль» на нашей базе отдыха «Волга» в Тверской области.

Дополнительными инструментами сотрудничества являются сетевые образовательные программы, академическая мобильность, стажировки в исследовательских лабораториях, проведение дней карьеры и другие мероприятия.

— Каковы планы развития инженерного образования в связи с обсуждаемой стратегией развития МИФИ?

— Важнейшее направление развития инженерного образования — усиление междисциплинарности в подготовке инженеров. Нужно формировать как широко образованных специалистов, так и кадры с уникальными компетенциями для работы в мультидисциплинарных проектах.

Анализ международного опыта показывает, что в отечественном образовательном стандарте пока недостаточно представлены такие значимые сегодня компетенции, как ответственность за решения и этика. Федеральный проект «Передовые инженерные школы» (ПИШ), в котором МИФИ выступает методическим и методологическим оператором, призван в том числе исправить эту ситуацию.

Сверхзадача в этом проекте — создание условий для подготовки инженеров высшей квалификации, способных вырасти до генеральных конструкторов или главных инженеров проектов.



«Университеты становятся опорными вузами «Росатома» по нескольким критериям, один из которых — востребованность их выпускников в атомной отрасли. Сейчас две трети новых сотрудников «Росатома» — выпускники опорных вузов, к 2030 году эта доля должна вырасти до 80%».

Еще один важнейший тренд — глобальный перенос исследовательского процесса и инженерии в цифровую среду.

И, как я уже сказал, необходимо развитие гуманитарных компетенций у инженеров, что позволит новым специалистам стать более востребованными на рынке труда.

— Для выравнивания качества ядерного образования по всему миру важна открытость ядерных университетов для иностранных студентов. Сколько иностранных специалистов выпускает сейчас МИФИ, студенты из каких стран больше всего используют эти возможности? Присущи ли здесь МИФИ особые амбиции в наращивании количественных и качественных показателей?

— Сегодня в МИФИ обучаются более 1500 иностранных студентов из 98 стран. Среди них студенты, поступившие по квотам «Росатома», в том числе из стран, где госкорпорация реализует свои проекты: Турции, Бангладеш, Египта и Боливии.

Наша стратегическая цель — вместе с другими опорными вузами «Росатома» занять 20% международного рынка ядерного образования.

Количество стран, предоставляющих ядерное образование, невелико. Помимо «ядерной пятёрки», это Южная Корея, Германия и Япония. При этом число государств, заинтересованных в ядерных технологиях (не только энергетических), значительно больше. В них живет много молодых людей, которые хотят связать свою карьеру с этой сферой. Мы надеемся, что каждый пятый из них будет получать образование в России.

— Каковы роль и место проекта «Обнинск.Тех» в расширении контура современного инженерного образования?

— «Росатом» на мировом рынке предлагает не просто продукты под ключ, но и их технологическую оболочку. Фактически мы обеспечиваем элемент технологического суверенитета странам, которые в этом заинтересованы. Идея проекта «Обнинск.Тех» заключается в централизованном позиционировании этой деятельности на глобальном уровне — как с точки зрения бренда, так и с точки зрения создания площадки для взаимодействия. Здесь студенты (иностранцы и российские), работающие в атомных и смежных проектах, смогут регулярно встречаться, обмениваться опытом и устанавливать горизонтальные связи.

Особенно важно, что этот проект позволит растить поколения элитных специалистов мировой атомной энергетики, которые будут глубоко понимать преимущества российских ядерных и смежных технологий. Я уверен, что со временем выпускники «Обнинск.Теха» помогут расширить международное сотрудничество не только в ядерной сфере, но и за ее пределами. Это укрепит авторитет наших брендов — «Росатома», Обнинска и МИФИ — на международной арене.



— Каким видится развитие системы филиалов МИФИ?

— Для региональных институтов МИФИ — наших филиалов — не существует единообразного сценария развития. Каждый из них обладает уникальными особенностями и специализацией, которая сложилась благодаря многолетнему сотрудничеству с предприятиями «Росатома» в каждом из регионов. Наша главная задача — «кластеризация» региональных площадок, то есть усиление их компетенций в соответствии с ключевой специализацией. Образование в каждом филиале должно отвечать запросам госкорпорации, чтобы обеспечить бесшовный переход выпускника со студенческой скамьи на производство или в научный институт. Поэтому у каждого регионального института своя стратегия развития.

Важно отметить, что наши региональные площадки работают в конкурентной среде, борясь за талантливых абитуриентов с крупными университетами, такими как Уральский федеральный университет им. первого президента России Б. Н. Ельцина или Томский политехнический университет. Это полезно и правильно: амбициозные программы развития этих вузов стимулируют нас двигаться вперед.

Отдельная задача — интеграция филиалов в жизнь единого МИФИ. Региональные площадки не должны чувствовать себя обделенными вниманием. Для этого используются такие инструменты, как мобильность преподавателей, совместные спартакиады филиалов и центральной площадки, а также участие команд в чемпионатах AtomSkills. Важно, чтобы студенты и преподаватели общались между собой и ощущали себя частью большой семьи МИФИ, а не случайными попутчиками.

— Какие традиционные и новые инструменты, знакомящие студентов с возможностями карьеры в «Росатоме», зарекомендовали себя в МИФИ лучше всего?

— Один из ключевых инструментов — Центр карьеры «Росатома», работающий в МИФИ с 2010 года. Он связывает студентов с госкорпорацией, предоставляя информацию о карьерных возможностях: местах для практики, научно-исследовательской работы, стажировках, образовательных проектах, конкурсах профессионального мастерства, профильных олимпиадах и вакансиях для трудоустройства. Центр также организует очные мероприятия, главное из которых — дни карьеры «Росатома». В рамках этих мероприятий студенты знакомятся с ключевыми предприятиями, их ценностями и корпоративной культурой, а также получают ответы на интересующие вопросы.

Кроме того, регулярно проводятся технические туры на предприятия «Росатома». Студенты посещают первую в мире АЭС в Обнинске, действующие атомные станции, научные институты «Росатома», предприятия АО «ТВЭЛ». В ходе экскурсий они знакомятся с производственными процессами, условиями труда



и возможностями карьерного роста. Это помогает выпускникам МИФИ быстрее адаптироваться на предприятиях.

Сейчас сеть карьерных центров «Росатома» охватывает города, где расположены региональные институты МИФИ. Каждое предприятие госкорпорации тесно взаимодействует с подшефным филиалом, повышая качество образования и помогая студентам делать осознанный выбор в пользу работы в «Росатоме».

— В рейтинге ВШЭ у МИФИ оказалось больше всего лидирующих позиций по качеству приема абитуриентов на бюджет. Ставку на образование по каким конкретным инженерным направлениям делают в университете в борьбе за подготовленного абитуриента-отличника?

— Несомненно, нашим якорным направлением подготовки, особенно необходимым госкорпорации, является «ядерные физика и технологии». А параллельно с ним в университете развиваются такие перспективные направления, как управляемый «термоядерный синтез», «новые материалы для ядерного и космического применения», «микро- и наноэлектроника», «кибербезопасность».

Не могу не отметить, что очень высокой популярностью у наших абитуриентов пользуются программы, связанные с информационными технологиями. МИФИ занимает лидирующие позиции в рейтингах вузов, готовящих ИТ-кадры. При этом наработанный интеллектуальный потенциал МИФИ используется для развития сравнительно новых для нас направлений, которые обладают огромными перспективами и, несомненно, нужны и стране в целом, и «Росатому» в частности, я имею в виду «квантовые технологии» и «биотехнологии». Оба направления сейчас активно развиваются в МИФИ и, конечно, вызывают большой интерес у абитуриентов.

Текст подготовила Ирина Дорохова
Фото: НГТУ, МИСИС, СПбПУ

Наши ПИШИ

Как устроены передовые инженерные школы, работающие с предприятиями госкорпорации «Росатом»

Передовые инженерные школы (ПИШ) — это федеральный проект Министерства науки и высшего образования, нацеленный на подготовку высококвалифицированных инженеров нового поколения, способных обеспечить стране технологический суверенитет. «Росатом» — один из партнеров, сотрудничающий с ведущими вузами

страны, где открыты ПИШ. Программы в ПИШ разрабатываются под задачи и проекты компаний-партнеров. Мы подготовили описание нескольких интересных ПИШ, с которыми взаимодействует «Росатом», представив их программы, оборудование и лаборатории, достижения и планы.

Передовая инженерная школа атомного машиностроения и систем высокой плотности энергии

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Специальности

Первый прием в магистратуру был организован в 2023 году на четыре программы. С учетом запросов партнеров из «Росатома» каждый год ПИШ добавляет по две-три новые программы магистратуры. В 2023 году было зачислено 42 студента, в 2024 году — 73. План на 2025 год — 90 студентов.

Направление 09.04.01 «Информатика и вычислительная техника»

- «Цифровые технологии управления технологическими процессами атомных станций нового поколения».
- «Системный анализ и проектирование открытых информационных систем»**.

Направление 15.04.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств»

- «Конструкторско-технологическое обеспечение атомных электростанций с высокотемпературными газоохладяемыми реакторами»*.

Направление 14.04.01 «Ядерная энергетика и теплофизика»

- «Высокотемпературные газовые реакторные установки».
- «Ядерное топливо и основное оборудование высокотемпературных газовых реакторов».

Направление 15.04.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»

- «Автоматизация технологических процессов и производств для управления объектами атомной промышленности»**.

Направление 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника»

- «Автономные электрогенерирующие комплексы»**.
- «Кибербезопасность электроэнергетических систем»*.

Направление 18.04.01 «Химическая технология»

- «Техника и технологии водородной энергетики»*.

Направление 22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов»

- «Материалы для высокотемпературных ядерных реакторов».

Партнеры

Предприятия Машиностроительного, Инжинирингового, Электроэнергетического и других дивизионов «Росатома».

Области интересов

- Установки и оборудование для атомных электростанций.
- Тепловыделяющие сборки и их элементы.
- Ядерные установки, в том числе ядерные реакторы.
- Технологическое специальное оборудование для объектов использования атомной энергии.
- Оборудование для автоматизированных систем управления технологическим процессом атомных электростанций.
- Создание материалов с заданными свойствами для реакторных установок.
- Системы аддитивного выращивания заготовок из функционально-градиентных материалов.
- Биотехнологии в утилизации углекислого газа при производстве водорода.

ПИШ нацелена на создание системы подготовки инженеров с нулевым периодом адаптации на предприятии,

с уникальными компетенциями, необходимыми для создания новых объектов атомной отрасли.

ПИШ способствует сохранению передовых позиций России на мировом рынке атомного машиностроения за счет создания промышленных реакторных установок нового типа с высокотемпературным газоохладяемым реактором и эффективных инженерных систем для лазеров, повышению стабильности производства в новых условиях при создании новейших решений в области атомной и водородной энергетики, обеспечении ее безопасности.

Работа в специальных образовательных пространствах (СОП)

В ПИШ созданы новые СОП по спектру направлений, востребованных в атомном машиностроении, таких как газодинамика, ионизирующее излучение, инженерные системы для лазеров и др. Для большинства магистрантов СОП — основное место учебы и работы. На занятиях студенты в СОП изучают базовые навыки работы с оборудованием и ПО, а после учебы (в рабочее время) участвуют в научных проектах, которые университет выполняет по заказу индустриальных партнеров. В ПИШ действуют три типа СОП.

Лаборатории

- Жаропрочные и композиционные материалы.
- Исследование ионизирующих излучений.
- Моделирование газодинамики высокотемпературных газовых реакторов.
- Иммерсивные (VR) технологии.
- Инженерные системы для лазеров.
- Плазмохимические технологии.
- Биоводород и биотопливо.
- Цифровые системы управления электроприводами АЭС.
- Кибербезопасные электроэнергетические системы атомных станций.
- Импульсные источники электропитания.
- Водородные технологии в электроэнергетике.
- Автоматизированные системы управления объектами атомной промышленности.
- Фабрика процессов атомного машиностроения.
- Прочность, динамика и ресурс объектов инфраструктуры и средств транспортировки водорода.
- Студенческое конструкторское бюро ПИШ НГТУ.

Интерактивные комплексы

- Устойчивое развитие и ESG-трансформация.



- Интеллектуальные цифровые системы реального времени и SCADA-технологии.
- Видеостудия Jalinga («Мультимедийная студия видеозаписи»).
- Виртуальный учебный тренажер «Водородная энергетика».
- Электротехнологические установки и системы.
- Обработка спектров ионизирующих излучений.
- Переработка нефти и газа.
- Имитационный симулятор «Цифровые системы управления электроприводов».

Фабрика

- Передовые промышленные технологии атомного машиностроения.

Достижения

- 558 профессоров и преподавателей повысили квалификацию и прошли профессиональную переподготовку.
- 40 магистров прошли стажировку вне образовательного процесса.
- 36 программ высшего и дополнительного профессионального образования внедрено.
- На 10% выросло число студентов за счет сетевой формы обучения.
- 249 инженеров прошли обучение в рамках дополнительного профессионального образования.

- 14 студентов трудоустроены на предприятиях-партнерах.
- 288,62 млн рублей — объем привлеченного финансирования на исследования и разработки.
- На 48% выросло число результатов интеллектуальной деятельности по тематике ПИШ.
- 143 школьника участвовали в профориентационных мероприятиях ПИШ.

Планы

- Выполнение НИОКР по перспективным направлениям (новые реакторные установки, цифровые системы АЭС, новые материалы для атомной энергетики, кибербезопасность АЭС, инженерные системы для лазеров, технологии применения водорода).
- Создание востребованных суверенных технологических решений для предприятий «Росатома».
- Ввод в эксплуатацию новых научных и образовательных пространств.
- Разработка и внедрение программ дополнительной профессиональной подготовки для сотрудников предприятий, а также уникальных программ высшего образования, нацеленных на опережающую подготовку высококвалифицированных кадров для атомной отрасли.

* Программа открыта в 2024 году.

** Программу планируется добавить в 2025 году.

Передовая инженерная школа «Материаловедение, аддитивные и сквозные технологии» (МАСТ)

Университет науки и технологий «МИСИС»

Программы

- Направление 22.04.02 «Металлургия»** — «Аддитивные технологии»*. Учитывает интерес «Росатома» к аттестации и оценке соответствия в аддитивном производстве, акцент — на внедрении аддитивных технологий на объектах атомной энергетики. Формирует компетенции в применении аддитивных технологий, проведении аттестаций, сертификаций и стандартизации оборудования.
- «Современные материалы и методы получения высокоточных отливок». Цель — сформировать новые компетенции и компенсировать их недостаток в области литейных технологий. Активно развивается безмодельная печать литейных форм с применением аддитивных технологий. Учтены запросы Машиностроительного дивизиона «Росатома».
- «Цифровое управление технологическими процессами металлургии и машиностроения», включая трек «Обработки металлов давлением». Нацелена на модернизацию предприятий через внедрение цифровых технологий, включая аддитивное производство. В 2023 году была модернизирована с учетом задач и потребностей предприятий, в том числе входящих в Топливный и Машиностроительный дивизионы «Росатома».
- «Новые материалы. Порошковые и аддитивные технологии».

- Направление 15.04.02 «Технологические машины и оборудование»** — «Биомедицинская инженерия и биофабрикация». Сочетает элементы направлений «биомедицина», «инженерно-конструкторское дело», «аддитивные технологии». Разработана по заказу Научного дивизиона «Росатома». Цель — подготовка кадров для проекта «Создание высокотехнологичного цифрового производства прецизионных изделий для медицинской отрасли на базе аддитивных технологий», который ведет научный институт в Троицке.

- Направление 22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов»** — «Цифровое материаловедение»*. Нацелена на подготовку инженеров для задач атомной отрасли, где цифровые технологии (виртуальные испытания, предиктивная аналитика, ИИ) используются для разработки новых материалов и технологий изготовления из них реакторных установок нового поколения и проекта «Прорыв».

- Партнеры** Предприятия Научного, Машиностроительного, Топливного дивизионов «Росатома».

- Области интересов** — Аддитивные технологии в широком контексте — с учетом материалов, цифрового проектирования и интеграции в промышленные процессы.
- Разработка новых материалов и технологий для аддитивного производства. Сертификация и стандартизация аддитивных технологий.

- Работа в специальных образовательных пространствах** СОП «Виртуальная лаборатория для моделирования полного комплекса технологических переделов». Оборудовано высокопроизводительным сервером для работы со специализированным ПО: «Логос», «ПолигонСофт»; QForm 3D; КОМПАС-3D; BAZIS. Лаборатория задействована в обучении по всем программам ПИШ «МАСТ», для выполнения инициативных НИОКР и работ по договорам с партнерами.

- СОП «Лаборатория гранульных технологий». Основа — уникальная компактная лабораторная установка по атомизации металлических порошков АТО LAB Plus. Используется для производства порошков из различных металлов и сплавов с размером частиц от 20 до 120 мкм по технологии ультразвукового распыления. Лаборатория оснащена бесконтактной оптической системой оцифровки и измерения. 3D-сканер RangeVision PRO II сканирует объекты без риска их повреждения

или деформации. Лаборатория также оснащена учебным модулем для изучения деформационного структурирования металлов и сплавов, вакуумным оборудованием для магнетронного напыления для создания тонкопленочных покрытий с заданными свойствами и адсорбционной азотной станцией для производства азота высокой чистоты.

- СОП «Лаборатория по управлению затвердеванием». Оборудовано уникальной отечественной установкой МАСТ-300 для исследования сплавления металлических порошков. Установка оснащена системами контроля качества нанесения порошкового слоя и контроля тепловых условий затвердевания, а также высокотемпературным нагревом зоны построения. На установке ведутся НИОКР по теме «Разработка лабораторной технологии и оборудования аддитивного производства с лазерным источником концентрированной энергии для получения изделий с управляемым уровнем свойств» по заказу Научного дивизиона «Росатома». Лаборатория оборудована переносным 3D-сканером для измерения геометрии поверхности, построения облачных точек и создания 3D-модели изделия, а также четырьмя отечественными 3D-принтерами Onsint AM150H, работающими по технологии селективного лазерного плавления. Два из них используются для разработки технологии мелкосерийного производства медицинских изделий. Два других будут использоваться для печати конструкционными материалами и сплавами (нержавеющие и инструментальные стали, сплавы на основе алюминия).

- СОП «Лаборатория “Биофабрикация”». Исследования в лаборатории нацелены на разработку инновационного оборудования для биотехнологической отрасли — устройств для манипуляции с клеточным материалом и гидрогелями. Лаборатория оснащена современным оборудованием для научных исследований и проектных работ, включая 3D-биопринтеры собственной разработки, коллаборативные роботы и биологические микроскопы.

Достижения

- Собрана печатающая головка для гидрогелей, предназначенная для биопринтера комбинированной печати (PEEK + BIO). Также для него завершена сборка макета печатающей головки, предназначенной для работы с гидрогелевыми композициями уникального дизайна. Спроектирована печатающая головка для печати высокотемпературными термопластами.
- Создан макет сканирующего устройства и системы определения положения для in-situ-биопринтера. Создано биомедицинское устройство для выполнения субтрактивно-аддитивных операций, а также модернизирован опытный образец роботизированной системы биопечати in situ.
- Спроектирована система прокачки питательной среды и магнитная система с градиентными обмотками для магнитно-акустического биопринтера. Также для него разработана магнитная система с узлом градиентных обмоток. Встроена система прокачки питательной среды и внешний биореактор для создания трубчатых эквивалентов.
- Разработана технология безмодельной печати литейных форм с применением аддитивных технологий.
- Создана лабораторная технология и установка для аддитивной печати с лазерным источником концентрированной энергии, позволяющая



- получать изделия с управляемым уровнем свойств.
- Освоена технология и изготовлены образцы из стали ЭП302-III и ее сварных соединений методом электроэризонной резки для последующих послереакторных исследований.

Планы

- Расширение образовательных программ и усиление взаимодействия с промышленностью и молодежью.
- Продолжение работы над созданием новых программ высшего образования, адаптированных к потребностям высокотехнологичных отраслей.
- Развитие направлений, связанных с сертификацией изделий аддитивных

- технологий и цифровыми методами контроля качества.
- Открытие аспирантских программ, ориентированных на исследования в области аддитивных технологий, материаловедения и цифрового инжиниринга.
- Продолжение сотрудничества с партнерами, в том числе с «Росатомом»: развитие лабораторий, создание совместных исследовательских проектов и привлечение специалистов предприятий к преподаванию.
- Популяризация науки: проведение экскурсий, лекций и мастер-классов, где школьники знакомятся с современными технологиями и пробуют себя в роли инженеров и исследователей.

Передовая инженерная школа «Цифровой инжиниринг»

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

- Специальности** Всего в ПИШ СПбПУ «Цифровой инжиниринг» ведется обучение по 12 магистерским программам. Из них в интересах «Росатома»:
- «Цифровой инжиниринг в атомной и термоядерной энергетике»;
- «Цифровой инжиниринг основного технологического оборудования водородных технологий и энергетических систем нового поколения»;
- «Системный цифровой инжиниринг в атомном машиностроении».

- Партнеры** 22 высокотехнологичные компании и корпорации, в их числе — 7 дивизионов «Росатома» (план по

софинансированию в 2022–2030 годах — 1,7 млрд руб.).

- Области интересов** — Системный цифровой инжиниринг.
- Разработка и применение технологий цифровых двойников и платформенных решений с применением цифровой платформы по разработке и применению цифровых двойников CML-Bench® собственной разработки вуза.

Специалисты ПИШ СПбПУ выполняют десятки заказов в год для предприятий «Росатома». Общая стоимость выполненных научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ за 2,5 года превысила 500 млн рублей.

- Работа в специальных образовательных пространствах** В ПИШ созданы восемь новых научно-технологических образовательных пространств, четыре из них — при поддержке «Росатома».

Научно-технологическое образовательное пространство «ТВЭЛ — СПбПУ» включает учебный класс для занятий и рабочую зону для инженеров. Образовательное пространство оснащено современным оборудованием, высокопроизводительными вычислительными системами и специализированным программным обеспечением, включая платформу разработки и применения цифровых двойников CML-Bench®.

* Программа открыта в 2024 году.

Научно-образовательное пространство «Инженерный центр проектирования насосного оборудования» предназначено для подготовки инженеров в области проектирования и разработки насосного оборудования для атомной отрасли.

Лаборатория комплексных разработок основного оборудования химико-технологических и энергетических систем нового поколения создана совместно с Машиностроительным дивизионом. В лаборатории установлено новейшее оборудование российского производства — лабораторная каталитическая установка ЛКУ-1, газовый хроматограф «Хроматэк-Кристалл 5000».

Лаборатория «Полимерные композиционные материалы» — центр компетенции по термопластичным полимерным композиционным материалам (ТПКМ) в России. Оснащена современным оборудованием: установкой для получения односторонних термопластичных лент, установкой автоматизированной выкладки ленты, установкой безавтоклавной вакуумной консолидации, установкой ультразвуковой сварки ТПКМ, лабораторным горячий прессом.

Достижения в период с 2022 года по 1 марта 2025 года
— Выполнено > 70 проектов.
— Привлечено > 1, 8 млрд рублей на выполнение НИОКР и оказание

научно-технологических услуг для высокотехнологичных промышленных организаций.
— 190 магистрантов прошли обучение по основным программам.
— ~ 3 тыс. инженеров прошли обучение в рамках программ дополнительного профессионального образования.
— Набор в магистратуру ПИИШ СПбПУ стал самым многочисленным в России по направлению «прикладная механика».

Достижения в 2024 году
— Специалисты ПИИШ СПбПУ по заказу Композитного дивизиона «Росатома» разработали опытно-промышленную технологию изготовления филаментов из непрерывного углеродного волокна на основе термопластов и поставили в «Росатом» установки сверхвысокой производительности (12 км филамента в час).
— По заказу компании «ТВЭЛ» специалисты инжинирингового центра ПИИШ СПбПУ разработали цифровые двойники тепловыделяющих сборок водо-водяных ядерных реакторов. Также создали цифровые модели доставки комплекса разобщения селективной перфорации (РСП) к месту проведения работ в скважине, а также цифровые модели работы узлов комплекса РСП (перфоратора и пакер-пробки).
— Для Федора Конюхова был разработан и изготовлен оптимальный

композитный обтекатель и проведены испытания модернизированного двухместного мотопаралета. На нем знаменитый путешественник установил мировой рекорд, достигнув Северного полюса.
— В кратчайшие сроки с помощью технологии цифровых двойников были разработаны и изготовлены опытные образцы БПЛА «Снегирь-1» и «Снегирь-1.5».
— ПИИШ СПбПУ выиграла конкурс Федерального центра беспилотных авиационных систем и заключила контракт на оказание услуг по развитию системы построения виртуальных испытательных стендов и виртуальных испытательных полигонов, проведению цифровых испытаний элементов беспилотных летательных аппаратов на базе единой цифровой платформы разработки и применения цифровых двойников БАС.

Перспективы
ПИИШ СПбПУ продолжит реализовывать программу развития, составленную в соответствии с требованиями федерального проекта «Передовые инженерные школы». Участники ПИИШ продолжают развивать основное направление — цифровой инжиниринг и цифровые платформы, сосредоточившись на кастомизации и капитализации знаний, умений, навыков и разработок на цифровой платформе CML-Bench®.

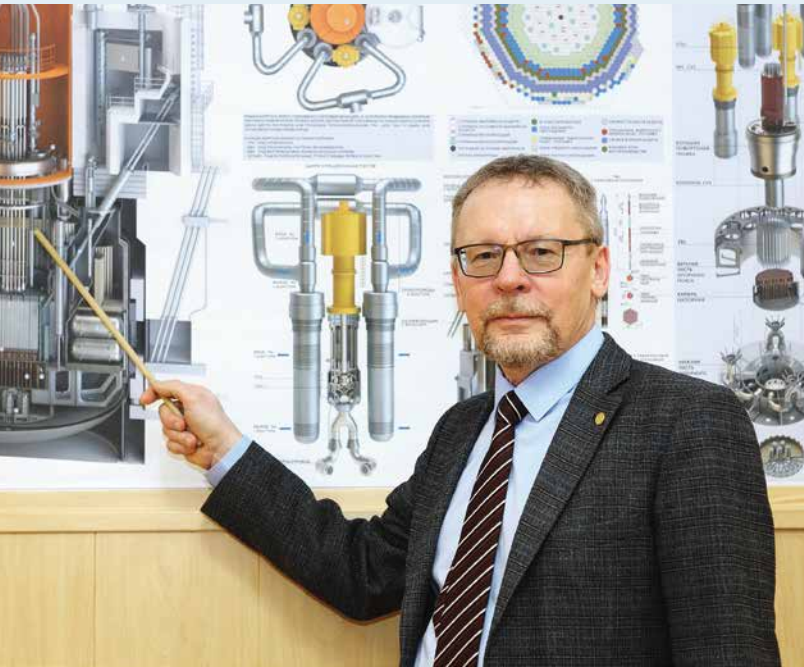


Текст: Константин Михайлец
Фото: УрФУ, газета «Страна Росатом», концерн «Росэнергоатом»

«Наша особенность — в тесном контакте с предприятиями атомной отрасли»

Как готовят будущих атомщиков в Уральском федеральном университете

Реакторы на быстрых нейтронах играют особую роль в развитии атомной отрасли, и Россия является несомненным международным лидером в этом направлении. Для успешного инновационного развития атомной энергетики требуется опережающая подготовка квалифицированных специалистов по всем этапам жизненного цикла быстрых натриевых реакторов, особенно для эксплуатации, технического обслуживания и ремонта. Олег Ташлыков, профессор Уральского федерального университета, доктор технических наук, рассказал «Вестнику атомпрома», как организован процесс подготовки специалистов по принципу «обучение через науку», который ориентирован на вовлечение студентов, а в дальнейшем и молодых специалистов, совмещающих работу с учебой в аспирантуре, в решение научно-технических проблем атомной отрасли в целом и ее конкретных предприятий.



— Олег Леонидович, как появилась такая практика, как «обучение через науку», при подготовке будущих атомщиков в УрФУ?

— Кафедра «Атомные станции и возобновляемые источники энергии», которая до 2012 года называлась просто «Атомная энергетика», была основана в Уральском политехническом институте (ныне УрФУ) в 1961 году в связи со строительством первых энергоблоков Белоярской атомной электростанции (БАЭС). Строительство блока №3 Белоярской АЭС с установкой БН-600 в 1970-е годы потребовало организовать подготовку молодых специалистов для обслуживания именно этих быстрых натриевых реакторов. Поэтому правильно будет сказать, что основы принципа «обучение через науку» — как самого подхода, так и специальной учебно-материальной базы — были заложены именно тогда.

В начале 2000-х годов на волне экономического подъема в нашей стране у молодежи начал возрождаться интерес к инженерным специальностям. Параллельно начали активно разрабатываться, а затем

и реализовываться планы по строительству новых атомных энергетических блоков как в России, так и за рубежом. В нашем случае глубокая модернизация учебного процесса и окончательное оформление практики «обучение через науку» сложились в связи с сооружением на Белоярской АЭС четвертого энергоблока с РУ БН-800.

— В чем специфика подготовки кадров именно для Белоярской АЭС?

— Специфика подготовки кадров определяется в первую очередь особенностью конструкции быстрых натриевых реакторов, которая напрямую связана с иными, отличными от тепловых реакторов нейтронно-физическими процессами, наличием натриевого теплоносителя, химически активного по отношению к воде и воздуху, затвердевающего при температуре ниже 97 °С. В реакторах типа БН сама активная зона, главные циркуляционные насосы, теплообменники между первым и вторым контурами находятся в едином корпусе, заполненном натриевым теплоносителем. Естественно, что в этих условиях

Энергопуск реактора БН-800 (блок №4 Белоярской АЭС) состоялся в 2015 году



даже техническое обслуживание отдельных агрегатов имеет свою специфику. Например, на главных циркуляционных насосах раз в несколько лет необходимо осуществлять регламентные работы. Для того чтобы извлечь их из корпуса реактора, на него помещается специальный транспортный контейнер, заполненный инертным газом. Процесс этот чем-то напоминает стыковку космических кораблей с помощью шлюза. Эти и другие эксплуатационные особенности накладывают и особые требования к подготовке персонала именно для этого типа реакторов.

Кроме того, нельзя забывать, что именно реакторы на быстрых нейтронах играют особую роль в планах дальнейшего развития атомной отрасли: на них отрабатываются отдельные звенья замкнутого ядерного топливного цикла и формирования двухкомпонентной атомной энергетики.

Так сложилось, что современный технологический уклад отрасли базируется на реакторах на тепловых нейтронах. Ядерное топливо для них производят из природного урана путем обогащения. В ходе этого процесса 99% исходного сырья — обедненный уран — не используются. Вторая проблема — отработавшее ядерное топливо (ОЯТ): перерабатывать его полностью пока не научились, а хранить — достаточно дорого. При этом надо сказать, что отработавшее ядерное топливо — это ценный продукт, поскольку он содержит много неиспользованного урана, накопившийся плутоний. Еще Игорь Курчатов в одном из своих выступлений предложил такое сравнение:

«Есть условия, при которых новое ядерное топливо образуется в больших количествах, чем количество сгоревшего в цепном процессе исходного ядерного топлива. Получается как бы так, что сожжешь в топке уголь, а выгребешь с золой еще больше угля».

Двухкомпонентная атомная энергетика, то есть энергетическая система, включающая в себя как тепловые, так и реакторы на быстрых нейтронах, — ответ на эти вызовы. У быстрых реакторов так называемый коэффициент воспроизводства — примерно 1,3. Другими словами, они могут обеспечивать топливом и себя, и реакторы других типов. Еще одно их полезное свойство — выжигание младших актинидов и долгоживущих продуктов деления и способность наработки коммерческих изотопов. Используя МОКС-топливо, созданное на основе обедненного урана и ОЯТ, на быстрых реакторах, мы, с одной стороны, сможем решить проблему радиоактивных отходов, а с другой стороны, сделать топливный цикл атомной энергетики фактически замкнутым.

Почему мы об этом так подробно говорим? Сегодня в мире существует несколько типов быстрых реакторов, но только для натриевых, типа БН, работающих на Белоярской АЭС, имеется значительный опыт проектирования, сооружения и, что важно, эксплуатации. Более того, БН-800 уже несколько лет полностью работает именно на МОКС-топливе.

— Расскажите, в чем особенности подхода «обучение через науку», как организован этот процесс?

— «Обучение через науку» в самом широком смысле подразумевает вовлечение студентов и аспирантов, которые совмещают работу с учебой, в решение научно-технических задач в интересах предприятий атомной отрасли.

Саму по себе эту концепцию революционной не назовешь. Как я уже говорил, ее основы на нашей кафедре были заложены еще в 70-е годы прошлого века. Но на новом витке развития атомной отрасли в связи с работой по подготовке кадров для реактора БН-800 мы столкнулись с проблемой, которую называли для себя «потеря знаний»: происходило прерывание масштабных тем исследований после завершения студентом срока обучения.

Решение было найдено во внедрении принципа преемственности через формирование постоянно обновляемых исследовательских команд, в которые включались не только аспиранты и студенты старших курсов, но и младшекурсники.

Важным условием успешной реализации процесса обучения является сотрудничество кафедры не только с Белоярской АЭС, но и с другими предприятиями и организациями «Росатома», такими как Институт реакторных материалов, АО «Атомэнергоремонт» и рядом других. Сотрудничество это реализуется по широкому спектру направлений. Но для понимания принципа «обучение через науку», пожалуй, важно выделить два направления.

Первое — трудоустройство студента уже на преддипломной практике и подготовка к сдаче экзаменов на свою первую должность. Например, сегодня у меня восемь аспирантов, причем все они — работники атомной отрасли: пятеро из них трудятся непосредственно на Белоярской АЭС, еще трое — сотрудники Института реакторных материалов в Заречном.

Второе направление тесно связано с первым: выбор темы дипломного проекта осуществляется совместно с работодателем и исходя из реальных задач и потребностей предприятия. У нас нет проблемы, свойственной некоторым учебным центрам, когда прорабатывается очень много всевозможных расчетных моделей, но их исполнители часто не представляют, что они, собственно, моделируют и рассчитывают, насколько это соответствует реальной практике. А наши студенты и аспиранты не просто работают над темами, взятыми из реальной практики, но и имеют возможность, работая на предприятии, проводить эксперименты и апробацию своих гипотез и расчетов.

— Существует ли аналогичный подход к обучению в других вузах или можно говорить об уникальности подхода УрФУ?

— Конечно, мы очень тесно сотрудничаем со своими коллегами из МЭИ, МИФИ, Обнинского института атомной энергетики НИЯУ «МИФИ», прорабатываем и корректируем учебные планы: так или иначе, базовая часть подготовки инженера-физика у нас

одинаковая. Да и на более поздних этапах обучения мы практикуем взаимный обмен студентами для знакомства с различными типами энергетического оборудования.

Наша особенность, повторюсь, в тесном контакте с предприятиями отрасли, которая начинается буквально с географии. Например, Белоярская АЭС расположена на расстоянии порядка 50 км от УрФУ, что делает возможным буквально ежедневный «переток» между ними студентов, преподавателей и сотрудников станции.

В 1990-е годы выпускникам было сложно найти работу по профилю: по разным причинам АЭС «плохо брали» вчерашних студентов. Сегодня мы видим активный интерес будущего работодателя — концерна «Росэнергоатом». При поддержке организации более 10 лет проводился ежегодный конкурс научных работ «Знания молодых ядерщиков — атомным станциям», другие научно-практические мероприятия, существуют различные корпоративные стипендии и иные инструменты материальной и нематериальной мотивации студентов.

Все это создает хороший стимул для молодых, только ищущих свой карьерный путь специалистов. Сегодня у нас конкурс доходит до 8–9 человек на место, средний проходной балл — 240–250. Причем ребята



В 2024 году в реактор БН-800 впервые загрузили МОКС-топливо с америцием и непутием. Возможность дожигания минорных актинидов — преимущество быстрых реакторов, позволяющее снизить объемы радиоактивных отходов, возникающих при эксплуатации АЭС

«"Обучение через науку" подразумевает вовлечение студентов и аспирантов в решение научно-технических задач в интересах предприятий атомной отрасли: они имеют возможность, работая на предприятии, проводить эксперименты и апробацию своих гипотез и расчетов».

идут целенаправленно в атомную отрасль и обладают очень хорошей подготовкой, которая позволяет им не только успешно осваивать как общие технические, так и специальные курсы, но и активно подключаться к научно-исследовательским работам кафедры даже со второго курса.

При таком подходе учащиеся получают знания с опережением. То, что обычно проходят на пятом курсе, наши студенты начинают постигать уже на втором или третьем. Плюс мы поощряем участие наших студентов в различных конференциях молодых ученых. Учиться формулировать свои мысли, аргументировать утверждения, делать это публично, компактно и доходчиво — недооцененный навык среди молодежи.

Кроме того, у нас есть специальный курс по изобретательской деятельности, в рамках которого мы помогаем, если это актуально, оформить заявку и получить настоящий патент.

Нельзя не коснуться наличия на нашей кафедре специализированной учебно-материальной базы по подготовке специалистов для эксплуатации АЭС с реакторами на быстрых нейтронах. В учебном процессе активно используются различные тренажеры и системы автоматизированного моделирования. Особо хочется отметить аналитический тренажер БН-800, созданный ЭНИМЦ «Моделирующие системы» (г. Обнинск), на котором студенты имеют возможность отрабатывать различные режимы работы энергоблока.

— В чем важность опережающей подготовки кадров для новых блоков?

— Согласно Генеральной схеме размещения объектов энергетики до 2042 года, принятой постановлением правительства от 30 декабря 2024 года, в ближайшие десятилетия планируется построить девять реакторов на быстрых нейтронах.

Давайте посмотрим на ситуацию с цифрами в руках. Есть критическая группа оперативного персонала, которую необходимо укомплектовать для пуска одного энергоблока с реактором БН-1200: это 56 человек, из которых 42 должны иметь разрешения

Ростехнадзора. Да, среди них есть электрики и турбинисты, цикл подготовки которых сравнительно короток и требования к специфическим знаниям и навыкам именно по атомной тематике не такие строгие. Хотя и для них существует на базе нашей кафедры специальный курс по профессиональной переподготовке, рассчитанный на год.

Но есть группа специалистов, которым необходимо базовое образование на уровне специалитета или магистратуры. Это не менее шести позиций. Кажется, немного. Но все это руководящие должности, предполагающие последовательное продвижение по карьерной лестнице, определенный стаж работы на каждой из ее ступеней, квалификационные экзамены при переходе. Давайте будем учитывать и тот факт, что кто-то из уже действующих сотрудников уйдет на пенсию или решит сменить профиль, например связать свою дальнейшую деятельность с наукой. Именно поэтому на БАЭС уже несколько лет набирают персонал именно с прицелом на работу на пятом блоке с реактором БН-1200, пуск которого запланирован только на 2032–2033 годы. То есть работа по подготовке кадров для будущего энергоблока стартовала за 8–10 лет до его запуска. И это, по нашей оценке, оптимальный срок, чтобы уверенно эту задачу решить.

— Можете ли вы привести примеры решения практических задач в рамках обучения студентов и рассказать, как определяются темы НИР для студентов? Специалисты Белоярской АЭС или других предприятий ставят определенные задачи перед УрФУ или вы предлагаете предприятиям свои разработки?

— Наверное, самый показательный пример реализации практики «обучение через науку» — недавний опыт разработки системы пассивного отвода тепла от шахты-хранилища отработавших тепловыделяющих сборок (ОТВС) исследовательской ядерной установки Института реакторных материалов (ИРМ) ИВВ-2М. Почему показательный? Он включает все этапы — от фиксации проблемы, предварительного анализа и моделирования до создания экспериментального стенда, его испытаний и опробования, в том числе на реальном объекте, и, наконец, получения патента. Причем основной исполнитель этой работы — наш бывший студент Дмитрий Шумков, начавший исследование с третьего курса, доросший до заместителя начальника исследовательской ядерной установки ИРМ и прошедший последовательно все этапы обучения, производственную практику, защитивший дипломный проект, окончивший аспирантуру и в настоящий момент готовящийся к защите кандидатской диссертации. Хотя надо отметить, что все это время над реализацией отдельных этапов проекта работала целая научно-исследовательская группа, включающая в себя аспирантов и студентов различных курсов.

Собственно, задача повышения надежности теплоотвода ОТВС в шахте-хранилище была сформулирована в период прохождения студентами практики в ИРМ.

Далее последовательно в течение шести лет были реализованы необходимые шаги по проведению расчетных и экспериментальных исследований. Были построены 3D-модели шахты-хранилища, проведено моделирование теплогидравлических режимов ее расхолаживания. Затем были проведены экспериментальные исследования изменения температуры воды в различных точках шахты-хранилища и различных режимах. На основании полученных результатов была разработана схема системы пассивного отвода тепла с использованием кольцевого термосифона. В ИРМ было изготовлено оборудование и смонтирован экспериментальный стенд, проведен комплекс испытаний, подтвердивших работоспособность и эффективность системы. Итогом работы стало получение патента на изобретение и подача заявки на еще одно. Но главное, что разработанная конструкция системы пассивного отвода тепла может быть интегрирована в шахты-хранилища новых проектируемых исследовательских ядерных установок, что повысит их безопасность и конкурентоспособность.

— Развивается ли в УрФУ кооперация с научными и образовательными организациями других стран?

— Расширение международного сотрудничества с УрФУ является прямым следствием расширения географии присутствия госкорпорации «Росатом» в мире в последние годы. Отечественные атомщики возводят АЭС, исследовательские центры. Вполне естественным следствием этого становится интенсификация образовательных и научных связей.

Одна из тем, над которой в приоритетном порядке работают наши иностранные коллеги, — использование местных природных и модифицированных материалов для возможного использования при сооружении радиационно опасных объектов. Интерес этот легко объясним: объекты атомной отрасли весьма материалоёмки. Поэтому наши коллеги активно ищут возможности оптимизировать стоимость возведения объектов за счет использования доступного и сравнительно дешевого местного сырья.

Например, у нас были аспиранты из Египта, Иордании и Вьетнама, диссертационные работы которых были посвящены этой тематике. И свои изыскания они проводили в составе все тех же сводных команд с участием

наших студентов. Имеется опыт и совместных научных работ ученых УрФУ в сотрудничестве с их коллегами из университетов Египта, Иордании, Саудовской Аравии, Турции, Вьетнама и других стран.

Думаю, не будет преувеличением сказать, что такое взаимодействие отечественных и зарубежных исследователей имеет не только сугубо научную ценность. Авторитет российских научных центров вносит весомый вклад в продвижение российских атомных технологий на мировых рынках.

— Как вы оцениваете ближайшие и более отдаленные перспективы развития ядерной энергетики в России и в мире?

— Мое глубокое убеждение, что атомная генерация — это самый надежный, экологичный и безопасный источник энергии из доступных нам сегодня. Разумеется, и все виды ВИЭ, и традиционная тепловая энергетика имеют полное право на жизнь. Более того, в некоторых энергетических зонах или, скажем, сегментах потребления их приоритетное развитие более чем оправданно. Для возобновляемой генерации это энергоснабжение домохозяйств или, скажем, изолированных энергорайонов, малонаселенных и зависимых от поставок топлива. Но устойчивость крупных энергосистем, ориентированных на значительный и долгосрочный рост энергопотребления, невозможно обеспечить без АЭС. Кажется, даже в некоторых европейских странах начали осознавать, что отказ от национальных программ развития мирного атома был ошибочным.

Тем больший энтузиазм у меня вызывают перспективы развития отечественной атомной отрасли. Масштабные планы по строительству новых энергетических блоков, прорывные исследования в области создания реакторов четвертого поколения, работы в области замыкания ядерного топливного цикла — уверен, что все эти усилия закладывают прочный фундамент лидирующих позиций нашей страны в области развития атомных технологий на долгие годы вперед.

На фото

Белоярская АЭС. Здесь отрабатываются отдельные звенья замкнутого ЯТЦ и формирования двухкомпонентной платформы атомной энергетики



Текст: Евгений Рожков
Фото: ТПУ

Из Сибири — в Африку

В Томском политехническом университете учатся студенты из Руанды

В 2024 году Томский политехнический университет (ТПУ) стал первым вузом России, подписавшим меморандум о взаимопонимании с Советом по атомной энергии Руанды. «Росатом» планирует построить в этой африканской стране ядерный центр. Его будущими сотрудниками станет первая группа студентов, приехавшая прошлой осенью учиться в ТПУ. «Вестник атомпрома» поговорил со студенткой и преподавателем университета об отличиях в образовательных системах, будущей работе и, конечно же, о борще и морозах.

Сейчас в ТПУ обучаются 15 студентов из Руанды. Часть из них проходит обучение по программе специалитета «Проектирование и эксплуатация атомных станций» в Инженерной школе энергетики, другие — в англоязычной магистратуре «Nuclear Science and Technology / Ядерные физика и технологии» Инженерной школы ядерных технологий по программе «Безопасность и нераспространение ядерных материалов».

«В первую очередь это практикоориентированный подход к обучению: будущие сотрудники национальных ядерных объектов не только получают все

необходимые теоретические знания, но и будут работать в профильных лабораториях, обучаться на новейших онлайн-тренажерах, циклотроне, исследовательском ядерном реакторе Томского политеха. Задача поставлена — полностью подготовить их к работе на атомном объекте в будущем», — подчеркивает советник ректора ТПУ по внешним связям Вера Верхотурова.

«При участии госкорпорации «Росатом» на территории Республики Руанда планируется создать центр ядерной науки и технологий. Томский политех, являясь опорным вузом «Росатома», уже имеет успешный опыт подготовки кадров и разработки методической документации для проектов госкорпорации в зарубежных странах-партнерах. У вуза есть более чем 70-летний опыт подготовки востребованных кадров для атомной отрасли России, в последние годы активно развиваем международные образовательные ядерные программы в интересах стран — партнеров «Росатома». Этому способствует уникальная образовательная и научно-исследовательская инфраструктура ТПУ — единственный в стране действующий исследовательский вузовский ядерный реактор, циклотрон, проекты, связанные с ядерной медициной, бетатронами. Мы благодарны партнерам за доверие и рассчитываем на дальнейшее плодотворное сотрудничество», — комментирует и. о. ректора ТПУ Леонид Сухих.

«В России студента приучают к размышлениям и дискуссии с преподавателем»

О себе

Я родилась в Руанде, в ее столице Кигали. В России не так много знают о моей родине. Эта страна находится в Восточной Африке, она известна также как «земля тысячи холмов» — благодаря холмистому ландшафту. Это одна из чистых и зеленых стран Африки, в ней много национальных парков.

Когда Руанда приняла решение развивать ядерные и радиационные технологии, в стране еще не знали о существовании ассоциации опорных вузов «Росатома», о том, в каких университетах можно получить профильное ядерное образование. Меня выбрала национальная атомная комиссия для получения высшего образования в России после того, как я подала заявку. Так я попала в Казанский государственный университет, где окончила бакалавриат. Продолжать образование в магистратуре я и другие студенты

из Руанды отправились в более подходящий для этого вуз — в Томский политех.

О российском образовании

Мы приехали и начали учиться в октябре. Преподаватели в Томске очень приветливые, как, впрочем, и все жители города. Во время обучения нам подробно объясняют, как новые знания пригодятся нам при практической работе на объектах использования атомной энергии, в лабораториях, на оборудовании. Лично я жду следующего сентября, когда на втором курсе магистратуры у нас начнется обучение на университетском исследовательском реакторе. Сейчас же мы учимся в лабораториях и на оборудовании, например на спектрометрическом и дозиметрическом.

Системы образования, манера чтения лекций похожи в Руанде и в России. Единственное различие, которое

я для себя отметила, это способы сдачи экзаменов. В России во время экзамена студент сначала готовит письменный ответ и затем с ним садится отвечать. Начинается устное собеседование, во время которого преподаватель спрашивает, как студент к этому ответу пришел, заставляет думать. В Руанде экзамены проходят всегда в письменной форме, в виде ответов на вопросы или ответов на тесты, которые потом сдаются преподавателю, без обсуждения ответа. Вероятно, это связано с тем, что наша система образования переняла традиции западноевропейских университетов, для которых характерна такая практика сдачи экзаменов. Но когда человек пишет тесты, проверяется знание фактического материала, но так студента не приучают к размышлениям и дискуссии с преподавателем.

О жизни в России

В Томске нас с ребятами поселили в хорошо оборудованные и обставленные комнаты. По городу мы гуляли еще мало, много времени занимает учеба, но уже видели памятник воинской славы в Лагерном саду (парк в центре Томска с мемориалом, посвященным участию томичей в Великой Отечественной войне. — *Примеч. ред.*). Город маленький, очень компактный. Тут очень тихий, размеренный ритм жизни.

Я, конечно, еще не обрусела, но многие русские традиции мне нравятся. В частности, мне нравится, что русская кухня строится на множестве супов. Борщ я научилась готовить сама, варю его частенько и буду готовить, когда вернусь на родину. А вот гречка мне по-прежнему кажется невкусной, но в России ее умеют готовить так, что даже мне нравится. Я пока так не научилась.

«Наши выпускники работают по всей Африке»

Я работаю с иностранцами около семи лет. Не могу сказать, что ребята из Руанды кардинально отличаются от других студентов. Им очень нравится практическая работа, не просто сидеть и слушать лекции, а работать руками, с оборудованием. Все они очень заряженные, заинтересованные. К нам другие и не едут: все понимают, что в дальнейшем у них открываются хорошие карьерные перспективы в их атомном агентстве. В начале семестра случалось, что часть руандийцев опаздывали на лекции. Видимо, привыкли к городу, к новому месту. Но со временем исправились.

Ребята живут в новом общежитии. Знаю, что у нас к иностранцам относятся максимально позитивно, к ним всегда большой интерес. В Томске уже давно никто не удивляется, если видит африканских студентов. Эта зима была теплая, хотя обычно в Томске морозы стабильно переваливают за –30 °С. Студентам рассказываем, что нужно надевать по двое штанов, что сохранять тепло помогает многослойный наряд. Снег для них, конечно, диковинка. Звонят своим друзьям, показывают его.



Если говорить о характере и менталитете, то мне нравится упорство и настойчивость, с которыми русские берутся за любое дело. Несмотря на все трудности и проблемы, люди здесь движутся к цели. Я бы хотела этому научиться.

О дальнейшем трудоустройстве

Я еще не знаю, где я буду работать, когда вернусь в Кигали, — на будущей АЭС или в центре ядерных технологий. Я готова к любой работе, на которой могу принести пользу своей стране. Если же говорить о моем желании, то я бы хотела поработать на исследовательском реакторе, в том числе поучаствовать в его проектировании.



Сара Гаджу
Студентка ТПУ



Андрей Семенов
Доцент отделения ядернотопливного цикла, преподаватель ТПУ, читающий лекции по ядерной физике студентам из Руанды

Лекции мы читаем на английском. Так исторически сложилось, что в Африке половина населения знает французский, половина — английский. Единственный момент: есть местные диалекты английского, то есть английский британский сильно отличается от английского руандийского. В течение первого семестра мы привыкаем друг к другу, адаптируемся, в том числе и к речи. Но за несколько занятий языковые барьеры снимаются. На первом занятии я предупреждаю, что лекции в России мы читаем в диалоговой системе, то есть нет никаких проблем в том, чтобы прервать преподавателя и спросить.

У «Росатома» существует большое количество проектов на африканском континенте. Об этом в том числе мы рассказываем иностранным студентам, как и о тех возможностях, которые перед ними открываются. Наши выпускники работают по всей Африке, за два-три года делают отличную карьеру, занимают руководящие посты в национальных атомных агентствах. В этом смысле сарафанное радио хорошо работает на имидж ТПУ — многие уже в курсе, что в Томске готовят специалистов высшего класса.

Текст: Ирина Дорохова
Фото: Envato Elements, ВЦИОМ, ИГЭУ им. В. И. Ленина, УрФУ, КГЭУ, МГТУ им. Н. Э. Баумана, ННГУ им. Н. И. Лобачевского

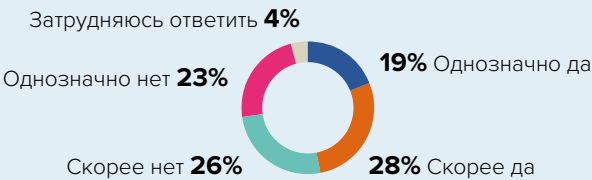
Непростая доля инженера

Как общество и вузы оценивают интерес к инженерным специальностям

В конце февраля 2025 года Всероссийский центр изучения общественного мнения (ВЦИОМ) опубликовал исследование, посвященное инженерным профессиям. Один из главных выводов: престиж профессии инженера неустойчив, так как после роста в прошлом году показатель снова снизился. Знакомим читателей с основными цифрами, выводами исследователей и мнениями представителей инженерных вузов.

Некоторые цифры

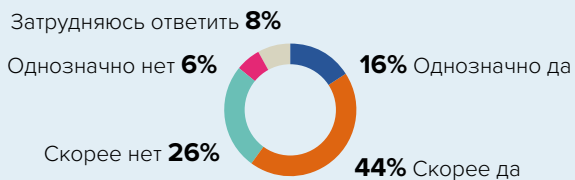
Если бы Вы сейчас выбирали профессию, Вы хотели бы или не хотели получить инженерную специальность?



Представления об учебе на инженеров и их работе у жителей России (с утверждением согласны ≥ 50% респондентов)



По Вашему мнению, в нашей стране профессия инженера престижна или нет?



Опрос об инженерных профессиях проводится уже третий раз — впервые результаты были опубликованы в 2023 году. Причины проведения опроса понятны: научно-технологическое развитие — один из приоритетов России. Однако инженеров не хватает, качество их подготовки не всегда соответствует требованиям производств, поэтому государство стало прилагать усилия, чтобы сделать инженерные специальности более привлекательными.

В 2025 году 64% опрошенных от 18 до 55 лет считают профессию инженера престижной. Такой же показатель был в 2023 году, годом ранее — на 8 процентных пунктов выше. Из этих 64% молодежь до 24 лет по-прежнему наиболее высоко оценивает престиж профессии, однако и эта доля стала меньше, чем годом ранее.

Любопытно, что мониторинг Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики» (НИУ «ВШЭ») показал, что в 2024 году технические вузы и университеты с крупными инженерными программами впервые за 14 лет заняли около половины топ-25 российских вузов по качеству приема.

69% молодежи 18–35 лет считают профессию инженера престижной. Но о потенциальном интересе к освоению инженерной специальности заявили 46%. Во ВЦИОМ назвали разницу между показателями серьезной и в некоторой степени объясняющей дефицит инженеров. Неготовность осваивать профессию инженера представители этой группы обосновали непривлекательными оплатой и условиями труда, а также представлением об инженерном деле как о непосильной науке, требующей, с одной стороны, глубоких знаний, а с другой — таланта. Молодежь считает работу инженера интересной, престижной и востребованной, однако рынок труда предлагает не менее привлекательные альтернативы с более стремительным карьерным ростом и высоким стартовым уровнем зарплаты. «Сам по себе престиж оказывается беспомощным перед силой обозначенных барьеров, без устранения которых в будущем станет невозможно обеспечить «инженерный тыл» для успешного конкурирования в технологической гонке», — резюмируют исследователи ВЦИОМ.

Чтобы переломить тренд, надо начиная со школы рассказывать о профессии инженера (выдающихся персонах, разработках и достижениях, многогранности реализации потенциала в различных сферах). Это, уверены во ВЦИОМ, разрушит стереотипы о сложности получения специальности инженера и гендерных ограничениях.

«Крайне важно сформировать для молодежи образ инженера будущего»

Выводы и рекомендации исследователей вызвали у нас вопросы и сомнения. Разрешить их мы попросили заместителя директора департамента социальных исследований и консалтинга ВЦИОМ, директора по развитию «ВЦИОМ-Консалтинг» Даниила Ермолаева.

— Можно ли говорить о том, что есть некий зазор между оценкой профессии инженера в обществе в целом и выбором абитуриентов? Судя по рейтингам технических вузов и растущим баллам поступивших, с числом желающих поступить проблем нет.

— Можно. Здесь нужно учитывать несколько аспектов. Первый: технические вузы — это не только инженерные специальности, но и целый спектр производственных профессий, поэтому однозначную корреляцию между оценкой конкретной профессии и баллом поступающих в целом проводить не совсем верно. Если мы посмотрим на показатели именно поступающих на инженерные специальности в мониторинге качества приема в вузы за 2024 год, выполненном НИУ «ВШЭ», то увидим следующее: совокупный прием вырос в 2024 году на 7% относительно 2022 года, с 213 548 до 228 567 человек. В структуре общего приема доля первокурсников инженерных специальностей достигла 41%. В то же время за январь — октябрь 2024 года в сегменте инженерных специальностей зарегистрировано 636 000 вакансий, что на 13% превышает аналогичный период 2023 года (565 000 вакансий). То есть, с одной стороны, мы видим, что интерес к инженерным специальностям растет, с другой — рост недостаточно быстрый для того, чтобы закрыть существующие потребности рынка.

Второй аспект. Мы в опросе фиксируем, что 69% молодых людей в возрасте от 18 до 35 лет, а это примерно 20 млн человек, считают профессию инженера престижной. Из них 17% ответили «однозначно да» и 52% — «скорее да». Но о личной готовности идти учиться на инженера заявляют 46%, в том числе 16% сказавших «однозначно да» и 30% — «скорее да». Это показывает нам тенденцию: о престижности инженерных специальностей говорят чаще, чем готовы сделать личный выбор в пользу этих направлений. И в контексте запроса на инженеров на рынке — это проблема. Квоты по приему в вузы закрываются, но есть значительная часть молодежи, которая пока ограниченно рассматривает для себя данное направление, хотя потенциально они могли бы выбрать профессию инженера.

— Как, по-вашему, будет перекладываться оценка престижности инженерной профессии



взрослыми (которых опрашивал ВЦИОМ и которые уже сделали свой профессиональный выбор) на поведение абитуриентов и, что, возможно, важнее, на число выпускников инженерных специальностей?

— Очень интересный и многоуровневый вопрос. Прежде всего важно проговорить, что «престижность» не равно «я хочу, чтобы там работал мой ребенок, друг или близкий человек». Престижность складывается из ощущения ценности профессии для общества в целом, из собирательного образа работника профессии, из представлений об условиях труда и заработной плате в конкретной профессии.

Когда мы говорим об инженерах, то с первым все хорошо: жители РФ в целом и молодежь в частности соглашались с тем, что эта профессия важная и уважаемая. Со вторым сложнее. У нас нет пока образа современного российского инженера, есть представление о советском инженере. Но он про прошлое, а вот образ настоящего и будущего пока не сформировался.

С условиями труда и зарплатой тоже непросто — работать инженером нелегко, и производственные



цеха для большинства проигрывают модным офисам цифровых компаний. Есть, конечно, энтузиасты, любящие промышленные пейзажи, но все же это не повсеместная практика. Жесткие регламенты рабочего процесса выглядят не так привлекательно, как креативная вольница маркетинга или рекламы. Зарплаты в отрасли также не всегда могут сравняться с цифровыми компаниями. Это не значит, что они низкие или не соответствуют рынку, это значит, что где-то просто готовы платить больше при более комфортных условиях. В итоге мало кто спорит, что профессия важная и нужная, но не каждый родитель посоветует своему ребенку туда пойти. Династии мы здесь в расчет не берем, они, безусловно, присутствуют, но полагаться только на них не приходится.

Немаловажно также, насколько молодые люди прислушиваются к мнению родителей и старших товарищей при выборе профессии. Мнение родных продолжает играть определенную роль, но его значимость постепенно снижается. Молодые люди предпочитают выбирать жизненный путь самостоятельно. Поэтому, если родители, бабушки, дедушки, учителя или старшие товарищи будут положительно высказываться о профессии инженера, это окажет определенный эффект, но панацеей не станет.

— Что предлагаете делать?

— Крайне важно сформировать для молодежи образ инженера будущего, заинтересовать ее, чтобы, выбирая профессию, они не только смотрели на условия труда и финансы, но и понимали, что их выбор — это вклад в нечто «модное» и «великое». Я сознательно ставлю рядом два принципиально разных по своему весу слова. «Мода» — то, через что можно сделать «первое касание», а «величие» — то, через что его можно закрепить. В современном мире заинтересовать одним «величием» сложно.

— В выводах к исследованию говорится, что необходимо разрушить стереотип о сложности получения специальности инженера. Действительно ли это стереотип? Ведь учиться техническим специальностям на самом деле сложно. Если говорить школьникам, что учиться на инженера несложно, не приведет ли это к диссонансу между ожиданиями и реальностью и, как следствие, к отказу от учебы в инженерных вузах после поступления?

— Под сложностью имелась в виду недостижимость, когда молодой человек или девушка читают про великих инженеров и думают, какой он молодец, а так точно не смогу, это невероятно сложно. Здесь очень важно показать, что, хотя учиться непросто, инженерные специальности можно освоить. При этом полностью согласен, что критически важно избегать иллюзий того, что учеба и работа инженером — это просто и легко. Тогда действительно может сформироваться эффект обманутых ожиданий. Молодежь ждет честности, она готова испытывать трудности, если ее честно об этом предупредить. Гораздо хуже, если пообещать ей одно, а в реальности она увидит другое.

«В геометрической прогрессии возрастает интерес к программам атомного блока»

Не следует вести речь о востребованности инженерного образования в целом. Как всегда, важны детали. Безусловно, есть профили и специальности, входящие в большую группу инженерных направлений подготовки, которые сейчас являются менее востребованными у абитуриентов, чем несколько лет назад. Однако есть и другие образовательные программы, интерес к которым у абитуриентов только растет. В Ивановском государственном энергетическом университете мы ясно видим обе этих тенденции. Так, например, нельзя назвать растущим спрос на программы подготовки в области классического машиностроения или техносферной безопасности. Вместе с тем в геометрической прогрессии возрастает интерес к программам атомного блока. И университеты должны оперативно реагировать на эти вызовы: своевременный пересмотр спектра реализуемых программ, актуализация их содержания, опережающее развитие базы практической подготовки — это те «лекарства», которые помогают вузам быть в тренде у абитуриентов. Конечно, инженерное образование сегодня не может развиваться в отрыве от конкретных предприятий и компаний, все действия с портфелем образовательных программ должны выполняться не только по заданию, но и с активным участием отраслевых партнеров.

Вот лишь несколько наблюдений из опыта ИГЭУ. С 2022 года университет взял курс на расширение участия в кадровом обеспечении атомной энергетики. Совместно с концерном «Росэнергоатом» была разработана дорожная карта, включающая вполне конкретные проекты и мероприятия с понятными показателями эффективности. В результате за три года прием по направлению «Ядерная энергетика и технологии» вырос в три раза. В дополнение к традиционной для ИГЭУ специализации «проектирование и эксплуатация атомных станций» открыта новая — «системы контроля и управления атомных станций». При этом, несмотря на существенное увеличение количества мест для приема, направление остается одним из самых востребованных.

Аналогичная ситуация наблюдается и по ряду образовательных программ электроэнергетической направленности. Так, созданный в ИГЭУ Центр компетенций по релейной защите и автоматике — один из наиболее масштабных проектов дорожной карты сотрудничества с концерном «Росэнергоатом» — уже не только дает результаты в части дополнительных профессиональных образовательных программ, но и играет ключевую роль в профессиональном самоопределении абитуриентов. Конкурс на соответствующий профиль подготовки растет. Таким образом, комплексный подход к формированию передовых программ инженерной подготовки, центральным звеном которого является всестороннее вовлеченное

участие отраслевых партнеров, обязательно даст результаты.

Отдельно стоит говорить о востребованности инженерных кадров в реальном секторе экономики. Опыт нашего вуза говорит о ежегодном росте интереса к выпускникам со стороны работодателей. Об этом свидетельствуют результаты традиционных для университета ярмарок вакансий и статистика трудоустройства. Количество заявок на выпускников в среднем по вузу в разные годы варьировалось в диапазоне от 2,7 до 3,1, а по отдельным инженерным профилям подготовки этот показатель превосходит 10.

Качество заявок также год от года растет: география возможного трудоустройства, стартовый уровень заработной платы, социальные гарантии, возможности профессионального роста — большинство предприятий энергетической и смежных высокотехнологичных отраслей сейчас находятся на подъеме. И это видят не только выпускники инженерного вуза, но и абитуриенты, которые стоят перед выбором направления подготовки.

Есть еще один важный аспект рассматриваемой темы, который связан со стартовым уровнем подготовки абитуриентов. Во многом неустойчивость престижа профессии инженера, о которой говорят результаты опроса ВЦИОМ, связана не со снижением внимания абитуриентов к инженерным профессиям, а с неготовностью среднестатистического выпускника школы осваивать эти профессии. Инженерные образовательные программы нельзя существенно упростить для синхронизации с текущим средним уровнем школьной подготовки. Поэтому университеты вынуждены все больше и больше включаться в серьезную работу по подготовке школьников старших классов к поступлению в вуз. Так, ИГЭУ сегодня ведет эту работу не только в Ивановской области, но и в ряде регионов присутствия крупных промышленных партнеров.

Цифра

от 2,7 до 3,1

количество заявок на выпускников ИГЭУ (в среднем по вузу) в разные годы, по отдельным инженерным профилям подготовки этот показатель превосходит 10



Григорий Ледуховский

Ректор Ивановского государственного энергетического университета им. В. И. Ленина

«Существенную роль в повышении интереса к инженерному образованию играет сотрудничество с предприятиями»



Сергей Сарпулов

Директор Уральского энергетического института УрФУ

В последние годы Уральский энергетический институт УрФУ отмечает постепенный рост числа абитуриентов, выбирающих инженерные направления, а также увеличение среднего балла ЕГЭ. Однако число абитуриентов кратно меньше в сравнении с ИТ-специальностями, с социально-гуманитарными и экономическими направлениями.

Согласно данным ВЦИОМ, профессия инженера продолжает оставаться востребованной: 69% респондентов считают ее интересной, а 62% отмечают хорошие перспективы обучения в данной сфере. В то же время престиж инженерии несколько снизился: только 64% опрошенных называют ее престижной, что на 8 процентных пунктов меньше, чем в 2024 году. Наши наблюдения несколько отличаются: если ранее инженерные профессии воспринимались как престижные в основном старшими поколениями, то сейчас среди молодежи к ним проявляется все больший интерес, хотя для его поддержания требуются дополнительные стимулы, особенно с учетом привлекательных условий и зарплат для работы, например, в сфере ИТ.

Ситуация с конкуренцией за способных абитуриентов остается актуальной, особенно по сравнению с ведущими вузами Москвы и Санкт-Петербурга, которые привлекают студентов широкими карьерными возможностями и проживанием в самых крупных городах. Однако УрФУ ведет активную работу по

привлечению талантливых студентов, организуя профориентационные мероприятия, олимпиады и специализированные образовательные программы.

Существенную роль в повышении интереса к инженерному образованию играет сотрудничество с предприятиями. У УралЭНИН есть очень обширная практика работы с партнерами: в учебный процесс внедряются практические кейсы, проводятся совместные инженерные конкурсы, создаются новейшие брендированные образовательные пространства и лаборатории, разрабатываются различные программы мотивации, включая именные стипендии от партнеров. Важно отметить существенную роль компаний и предприятий энергетики в профориентации и в целом в подготовке кадров. Необходима серьезная кооперация энергетических компаний и вузов в части построения карьерных траекторий и создания образа будущего инженера для абитуриентов и молодежи в целом. Только совместная работа с глубокой вовлеченностью предприятий позволит кратно усилить престиж инженерных профессий.

Таким образом, несмотря на позитивные тенденции, перед инженерным образованием по-прежнему стоят определенные вызовы. Развитие профориентационной работы, активное взаимодействие с предприятиями и создание дополнительных стимулов для студентов помогут повысить привлекательность инженерных специальностей в будущем.

«Привлекать абитуриентов на инженерные специальности нужно со школьной скамьи»



Наталья Чичирова

Завкафедрой «Атомные и тепловые электрические станции» КГЭУ, д-р хим. наук, профессор

Если говорить об официальном термине «инженерные специальности», то он определен разделом «Инженерное дело, технологии и технические науки» приказа Министерства образования и науки РФ от 12 сентября 2013 г. № 1061 «Об утверждении перечней специальностей и направлений подготовки высшего образования». В настоящий момент по этим направлениям в КГЭУ обучается 5644 студента по программам бакалавриата, 744 — по программам магистратуры и 90 — по программам специалитета.

Все эти программы связаны со стратегическими проектами в рамках «Приоритета-2030». Обучение ведется во вновь созданных учебно-научных лабораториях и полигонах, с привлечением обучающихся к реальным проектам научных лабораторий, с предоставлением возможности использования своего предпринимательского проекта в качестве ВКР (стартап-диплом).

В рамках программы специалитета в КГЭУ реализуется инженерное направление «Ядерная энергетика и технологии». В мае 2024 года получила государственную аккредитацию образовательная программа по направлению подготовки «Ядерная энергетика и теплофизика». Атомная энергетика становится одним из наиболее популярных направлений инженерного энергетического образования, и востребованность инженеров в атомной энергетике с каждым годом растет. Это логично: президент РФ Владимир Путин поставил задачу увеличить долю атомной энергетики в общем энергетическом балансе до 25%. Соответственно, возрастает количество АЭС, которым требуются высокопрофессиональные инженеры-ядерщики.

В Казанский государственный энергетический университет на направление «Ядерная энергетика и технологии» каждый год поступают абитуриенты

с все более высокими баллами, в том числе по договору целевого обучения — когда предприятие атомной промышленности оплачивает учебу студента и контролирует качество образования. Увеличивается и количество абитуриентов — стобалльников по физике. Это значит, что к нам приходят достаточно мотивированные ребята. Поэтому мы внедряем подготовку инженерных кадров для энергетики по принципу «образование через науку». Это соединение университетского учебного процесса и научных исследований. Такой подход определяется необходимостью опережающей подготовки кадров и позволяет оперативно реагировать на запросы рынка.

Кроме того, в КГЭУ реализуются следующие инженерные направления: «информатика и вычислительная техника»; «электроника, радиотехника и системы связи»; «фотоника, приборостроение, оптические и биотехнические системы и технологии»; «электро- и теплоэнергетика»; «машиностроение»; «химические технологии»; «техносферная безопасность и природообустройство»; «технологии материалов» и «физико-технические науки и технологии».

Но существует и более широкое понятие «инженер». Это должность, которую может занимать выпускник технического вуза, если он обладает определенными знаниями и компетенциями. В этом смысле практически все выпускники Института теплоэнергетики КГЭУ, Института электроэнергетики и электроники КГЭУ, Института цифровых технологий и экономики КГЭУ, а также ИТ-направлений и направлений, связанных с ИИ, имеют возможность занимать инженерные должности на производстве. Так, например, выпускники кафедры «Водные биоресурсы и аквакультура» могут рассчитывать на должность инженера-рыбовода. Выпускники кафедр «Информационные технологии и интеллектуальные системы» и «Цифровые системы и модели» могут работать инженерами по внедрению интеллектуальных и информационных систем; инженерами по внедрению информационных систем и цифровых решений; инженерами-конструкторами в области искусственного интеллекта и инженерами-программистами ПЛИС и микроконтроллеров.

Конечно, Казанскому государственному энергетическому университету, как и всем вузам, приходится активно бороться за талантливых абитуриентов с высокими баллами. В университете существует специальная программа поощрения высокобалльников. В первом семестре они, в зависимости от количества баллов ЕГЭ, получают стипендию до 30 000 рублей, а иногородние имеют право выбора понравившейся комнаты в общежитии. И, если такой студент на отлично сдает первую сессию, привилегии за ним сохраняются. Кроме того, в КГЭУ существует конкурс на соискание гранта ректора для студентов-высокобалльников, которые поступили учиться на платной основе. Победители конкурса получают возможность учиться бесплатно (за счет средств вуза) на тех направлениях, на которых вообще не предусмотрены бюджетные места.

Но в КГЭУ считают, что привлекать абитуриентов на инженерные специальности надо не только в период приемной кампании, а со школьной скамьи. Для этого в вузе создано и успешно работает управление по приему и профориентационной работе, которое тесно сотрудничает с Министерством образования и науки Республики Татарстан. Результатом этого взаимодействия стало создание профильных энергетических классов. В настоящий момент инженерные классы энергетического профиля созданы на базе 34 школ 17 муниципальных районов РТ. Программу осваивают в 8/9 или 10/11 классах. Спецдисциплины в них ведут преподаватели КГЭУ, в том числе методом проектной работы, когда школьники объединяются в проектные группы для научно-исследовательской деятельности. Свои проекты школьники из энергетических классов защищают в рамках научных конференций, которые организывает КГЭУ, и занимают призовые места в своей категории.

В университете также проходят и другие профориентационные мероприятия по популяризации инженерного образования, которые охватывают порядка 150 тыс. школьников: дни открытых дверей, выезды в школы, техникумы и колледжи Казани, республики и соседних регионов. Проводятся акции «Почувствуй себя студентом», профориентационные лекции, профессиональные пробы, мастер-классы, экскурсии по центрам и лабораториям КГЭУ. Вуз принимает активное участие в образовательных выставках. В 2024 году на площадке вуза прошли четыре олимпиады школьников, дающие особые права при поступлении в вузы.

Таким образом, ребята уже в старших классах приобретают мотивацию для получения инженерного образования в Казанском государственном энергетическом университете.

Цифра

в 34 школах

17 муниципальных районов Республики Татарстан созданы инженерные классы энергетического профиля

~ 150 тыс. школьников

охватывают профориентационные мероприятия КГЭУ по популяризации инженерного образования

«За наших детей будет идти битва среди университетов»



Иван Сидельников

Ответственный секретарь приемной комиссии МГТУ им. Н. Э. Баумана, начальник управления «Приемная комиссия», канд. экон. наук, канд. техн. наук, доцент кафедры «Промышленная логистика»

История трансформации структуры приема на инженерные специальности весьма длинная, но любой университет может выделить основные тенденции, которые наблюдаются на протяжении последних десятилетий.

Если откатиться во времени примерно в 2010 год, то практически все инженерные университеты, вне зависимости от их размера и статуса, имели значительные проблемы с набором. Даже на очень востребованные сегодня специальности тогда проходные баллы были неприлично малы (от 150 до 170).

Ситуация начала меняться примерно с 2012 года, когда позиционирование инженерных специальностей среди абитуриентов изменилось, в первую очередь из-за того что инженерное образование позволяет «открывать любые двери». Инженерное образование, объективно говоря, значительно сложнее в освоении, чем многие другие, но именно оно формирует другой образ мышления: структурированное, алгоритмическое, с умением строить причинно-следственные связи. Именно поэтому многие выпускники легко себя находят в других областях.

Радикально же ситуация изменилась в 2022 году, когда стало ясно, что единственный путь России — это путь технологического суверенитета, для которого требуется большое количество специалистов, причем специалистов с высоким уровнем подготовки, мотивации, свободно владеющих самыми современными инструментами и оборудованием. Это стало отправной точкой нового качества наборов в университеты и популярность инженерного направления среди абитуриентов.

Данные ВЦИОМ никак не противоречат материалам Минобрнауки, а скорее свидетельствуют о том, что

популярность инженерной среды растет неравномерно. Есть направления подготовки и специальности (НПС), которые в последнее время стали очень востребованными у всех участников процесса, тут речь не только об абитуриентах, но и о работодателях, ведь причины выбора всегда комплексные — уровень решаемых задач, степень творческой свободы, перспективы трудоустройства, уровень заработной платы и многие другие факторы.

Если рассматривать картину в целом, то можно увидеть рост интереса к инженерным специальностям со стороны олимпиадников: в 2024 году в МГТУ им. Н. Э. Баумана поступило 326 ребят без вступительных испытаний, а годом ранее — 279. Если вспомнить 2012 год, то таких ребят было меньше 50. То есть наиболее подготовленные и мотивированные ребята, олимпиадники, сегодня выбирают инженерные специальности.

Это отражают и средние баллы 2024 года относительно 2023 года (рис. 1).

Если рассматривать отдельные специальности и направления подготовки, то ситуация по ним разная.

С одной стороны, конкурс на специальность «проектирование технологических машин и комплексов» вырос, выросли и средние баллы, причем значительно. При этом они все равно остаются не очень высокими. Аналогичную ситуацию, хоть и более позитивную, можно наблюдать и на специальности «системы управления летательными аппаратами».

А вот на специальности «компьютерная безопасность» ситуация иная. Рост не сильный, но средний балл очень высокий (рис. 2).

Собственно, тут и наблюдается тот разрыв, о котором говорит ВЦИОМ, когда балл на ряде инженерных специальностей действительно не высокий, и трудно даже систематической профориентационной работой поднять престижность специальности, абитуриенты понимают уровень сложности обучения и не считают его сопоставимым с уровнем заработной платы, которую будут получать после окончания. Прав и Минобр, который говорит о том, что от года к году количество ребят, встающих на путь инженера, больше и больше, а уровень их подготовки выше и выше.

Сейчас начинается массовая трансформация понятия «Приемная комиссия», задач, которые возлагаются на нее, зон ответственности и функционала. Многие годы ключевой задачей являлось обеспечение выполнения контрольных цифр приема, то есть не допустить недобора, а единственным и самым главным инструментом — убеждение абитуриентов и их родителей летом выбрать определенный вуз. Но уже сегодня из приемных комиссий, собирающихся раз в год для обеспечения набора, появляются новые

структурные подразделения в университетах, которые ведут свою деятельность круглогодично с упором на раннее начало взаимодействия со школьниками и систематической профориентационной работой. Теперь выбор происходит не летом, когда известны результаты, а часто чуть ли не в 9-м классе, когда школьник и родители начинают выбирать профильные классы (10-й и 11-й предпрофессиональной подготовки) соответствующей направленности, а также соответствующие программы дополнительно-го детского образования в образовательных учреждениях высшего образования. Сегодня почти во всех университетах уже есть свои детские технопарки.

Что же сегодня предлагают университеты школьникам?

1. С учениками 1–4-х классов начинается первое взаимодействие, когда с университетами происходит первое знакомство, очень часто в игровой форме. Ребята посещают лагеря и первые мастер-классы профильной направленности, где главная задача — понять, есть ли интерес у ребенка к данной предметной области.

2. С учениками 5–6-х классов уже начинается более методическая работа. Многие ребята посещают предуниверсарий, в рамках которого происходит знакомство с естественными науками, такими как химия и физика, которые в школе начнутся чуть позже. При этом тут нет абстрактных формул, а исключительно экспериментариум, который позволит познакомиться с наукой при помощи экспериментов. Также ребята посещают различные систематические образовательные программы, когда посещение университета является частью их графика и программы дополнительного обучения.

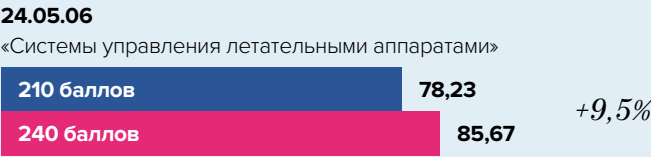
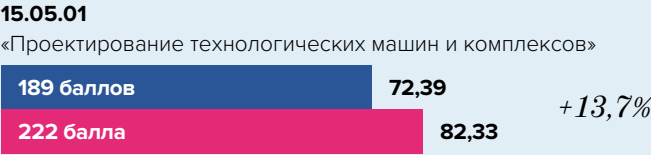
«Школьники выбирают те инженерные специальности, которые позволят им найти хорошую работу»

В целом расхождений в результате опроса ВЦИОМ и комментарии Минобрнауки РФ нет. Престиж инженера достаточно высок, но школьники хотят уверенности в завтрашнем дне, поэтому из всех инженерных специальностей они выбирают те, которые после выпуска позволяют им найти хорошую работу. Регион работодателя тоже учитывается при планировании карьерной лестницы, поскольку инженер редко может себе позволить работать удаленно. То есть молодые люди стараются выбрать вуз обучения в том регионе, где планируют остаться работать на долгий срок.

Это очень хорошо отслеживается по результатам конкурса на места в рамках целевой квоты, где предложения, отвечающие этим параметрам, всегда закрываются с конкурсом больше двух человек на место «по оригиналам». Целевые предложения от

малоизвестных предприятий или обещание трудоустройства в регионе, не отвечающем их желаниям, даже при наличии хороших стимулирующих выплат не привлекают школьников. Так, в прошлом году предложение от предприятия с ежемесячной стипендией в 20 000 осталось без ответа.

В то же время, на наш взгляд, нельзя сказать, что престиж профессии продолжает падать с точки зрения поступления в вузы на инженерные направления подготовки. Мы наблюдаем рост интереса к инженерным специальностям на этапе выбора предмета для сдачи ЕГЭ, а также небольшой рост количества заявлений о поступлении в университет на эти специальности. Это говорит скорее о положительной динамике. И для исправления ситуации, соглашусь с экспертами, необходимо выравнивание зарплат, а это могут только сами работодатели.



■ 2023 год ■ 2024 год Рис. 2

3. С учениками 7–9-х классов идет уже полноценная профориентация (с возможностью выбора различных тематических треков), которая позволяет не только познакомиться с разными областями, но и раскрыть таланты ребенка в той или иной области.

Можно сказать, что нашим детям повезло, за них будет идти битва среди университетов, и эта битва откроет огромное количество возможностей, которых не было у нас.



Павел Агрба

Начальник управления профориентации и приема абитуриентов ННГУ им. Н. И. Лобачевского

Текст: Наталия Еремина

Иллюстрация и фото: Envato Elements, «Профилум»

«Зумер — не приговор»

Повысят ли зумеры производительность труда в России



На российский рынок труда постепенно выходит поколение, сформировавшееся в начале 2000-х годов. Относительно зумеров существует много стереотипов: работодатели приписывают им и крайнюю эмоциональность, и нестабильность, и неуважение к корпоративным ценностям, и клиповое мышление, и оторванность от реальности. Насколько эти стереотипы соответствуют действительности, какие профессии выбирают зумеры и поможет ли это поколение повысить производительность труда в России, рассказал «Вестнику атомпрома» Виталий Алтухов, эксперт лаборатории развития человеческого капитала при кафедре экономики труда и персонала экономического факультета МГУ им. М. В. Ломоносова, сооснователь компании «Профилум» — разработчика цифровых сервисов профориентации и аналитики рынка труда.

— Кто такие зумеры? Действительно ли у этого поколения есть особенности, которые их отличают от других?

— К зумерам принято относить детей, которые родились в период с 2000 по 2010 год. Я лично достаточно

критично отношусь к теории поколений, потому что те индивидуальные различия, которые есть между людьми, гораздо сильнее могут влиять на поведение и ценности людей, чем поколенческие. Нельзя говорить о том, что если человек зумер по дате рождения, то он обязательно будет носителем определенных черт, но, безусловно, какая-то специфика у этого поколения есть. Часть зумеров уже находится на рынке труда, часть сейчас активно туда выходит, а кто-то еще продолжает учиться или даже пока выбирает будущую профессию.

— Какие экономические и социальные факторы повлияли на формирование особенностей зумеров? Насколько сильно сказалось на них то, что это первое поколение, родившееся и выросшее в эпоху цифровых технологий в их современном понимании?

— Действительно, эти дети вырастают в цифровую эпоху, они привыкли получать информацию с помощью цифровых технологий и работать с такой информацией. Естественно, это накладывает на них отпечаток. В том числе на то, какие профессии такая молодежь выбирает. Они больше тяготеют к цифровым профессиям, креативным индустриям, потому что они им понятны и очень хорошо знакомы. Многим из них сложнее смотреть в сторону каких-то более прикладных профессий, туда, где необходим ручной труд.

Второй фактор, который оказал на них влияние, если говорить про Россию: эта молодежь сформировалась в период бурного экономического роста, когда в стране происходил рост накопления благосостояния. То есть это не те дети, которые выросли в эпоху каких-то глобальных кризисов, это скорее дети эпохи благополучия. Это тоже не могло не сказываться на том, какие у них сформировались ценности. Одна из ярких характеристик этого поколения — у них ярко выражен запрос на комфорт и благополучие.

— Какие профессии интересны зумерам?

— В первую очередь их интересуют все те же профессии цифровой эпохи, например программисты, блогеры. Они хотят быть креативными дизайнерами и другими подобными специалистами. Это понятные для них профессии, с которыми они чаще всего сталкиваются в своем окружении. Например, в эпоху поколения бумеров, родившихся примерно в 1946–1963 годах, каждый второй хотел стать космонавтом, и все потому, что об этом много говорили. Стать космонавтом было значимо и престижно. В свое время популярными были профессии инженера и научного работника. Потом изменился контекст, и многие захотели стать дипломатами. В поколении миллениалов, то есть родившихся примерно с 1984 по 2000 год, мечтой многих было стать экономистами и юристами, также потому, что это было на слуху и считалось крайне востребованным.

Но как показывает практика, если активно популяризировать другие профессии, то молодежь будет интересоваться ими. Например, когда стали много говорить об инженерных профессиях, когда возникла нехватка рабочих, молодежь пошла осваивать эти специальности. Все потому, что молодежи стали показывать, что там также активно развиты цифровые технологии, что можно работать на передовых станках. Другой пример — это сельское хозяйство и агропромышленность. На это направление вообще мало кто хотел идти, но сейчас стали показывать, что там развивается применение искусственного интеллекта и есть передовые решения, и молодежь стала более активно интересоваться этими индустриями.

Те исследования, которые мы проводили, ясно говорят нам, что, популяризируя ту или иную сферу деятельности, можно обеспечить в ней существенный прирост. Еще раз подчеркну: те профессии, которые выбирает молодежь, зависят не от поколения как такового, а от того, в какой информационной среде росли эти дети и какие стереотипы у них сформировались. У обычного школьника в фокусе внимания всего 10–15 профессий, хотя их тысячи и 500–700 из них наиболее востребованы на рынке. И нужно развивать карьерный кругозор (или, более научно, карьерную грамотность) в каждом поколении, показывая возможности выйти за рамки стереотипов.

— Отличаются ли зумеры и их модели поведения в России и в других странах?



Виталий Алтухов — выпускник факультета психологии Государственного университета гуманитарных наук при Институте психологии РАН, магистр Института образования НИУ «ВШЭ» по специальности «измерения в психологии и образовании». Прошел повышение квалификации в Институте биоинформатики МГУ. Разработал более 30 методик диагностики потенциала, является автором тестов оценки личности и научных публикаций. Сооснователь и директор по разработке и исследованиям компании «Профилум» (разработчик цифровых сервисов профориентации, интерактивных профпроб и сервисов прогнозной аналитики рынка труда).

— Исходя из теории поколений, тренды в разных странах не должны отличаться, но на практике отличия все равно будут. В одних странах цифровизация происходила быстрее, в других медленнее, то есть динамика цифровизации разная, и это влияет на то, каким сформировалось поколение в каждой конкретной стране.

Россия в этом плане даже где-то обогнала другие страны ввиду высокого уровня цифровизации. На ситуацию в нашей стране оказывают влияние и экономические кризисы, и то, какие последствия они имеют.

Очень хорошо виден этот тренд на примере приоритета в России высшего и среднего образования. У нас так сложилось, что где-то до 2020 года количество школьников, которые поступали в вузы просто для того, чтобы получить любое высшее образование, было больше, чем количество тех, кто шел в колледжи. Но еще примерно в 2010-х годах стало понятно, что на рынке переизбыток людей с высшим образованием. Стали достаточно массовыми случаи, когда выпускники с дипломом о высшем образовании в итоге работали на позициях средней квалификации (например, в общепите или продажах) и никак не применяли свои компетенции на рынке. При этом было очевидно, что не хватает людей со средней квалификацией, хотя они могут хорошо зарабатывать. На зумерах этот тренд также сказался. В некоторых регионах ученики с высокой успеваемостью стали идти именно в колледжи, а в школах оставались те, кто не смог туда поступить. Но многие зумеры по-прежнему хотят получить высшее образование, но уже не так массово, как раньше (просто потому, что надо), и не все.

С другой стороны, теперь и высшее образование сложнее получить, набрав нужные баллы ЕГЭ. Теперь

родителям нужно вкладывать достаточно много сил и денег, чтобы ребенок поступил в вуз. И зачастую потом им приходится несколько лет его содержать, пока он учится сначала в бакалавриате, потом в магистратуре. Также сократились квоты на высшее образование. То есть бесплатных мест становится все меньше. При этом среднее специальное образование дает возможность получить профессию с меньшими издержками, и ребенок быстро начинает сам зарабатывать. Поэтому семьи при наличии двух-трех детей уже сами начинают подталкивать детей к выбору колледжа. Все эти процессы — результат того, как влияет на выбор поколения экономическая ситуация.

— Относительно зумеров (по крайней мере, у российских работодателей) существует много стереотипов. Например, что зумеры не хотят работать, что они чересчур эмоциональны, не имеют фундаментальных знаний, увольняются без причин и т. д. С вашей точки зрения, насколько эти стереотипы соответствуют действительности, не преувеличены ли они?

— Конечно, все стереотипы про зумеров преувеличены, но они тоже возникают не на пустом месте. Клиповое мышление, восприятие информации через гаджеты, простые ролики — все это так или иначе характерно для зумеров. Вырастая в определенной среде, человек так воспринимает и понимает информацию.

Но, повторю, все равно индивидуальные различия сильнее. Все мы разные. У кого-то есть одни качества, у кого-то — другие. У одного сильные математические способности, у другого — творческие. Мотивация у всех тоже разная. Одному интересна его деятельность и творчество, которым он занимается во время работы, другому важнее заработок, третьему — комфорт, четвертому вообще не хочется работать, а пятому хочется покорить мир. То есть обобщенно можно сказать, что зумер — это не приговор (особенно с точки зрения работодателя).

Существующие стереотипы можно сравнить с типологией темпераментов. Она описывает различные черты характера на каком-то уровне вероятности, позволяет делать какие-то приблизительные выводы. Но человек глубже и разнообразнее, чем любая типология. Поэтому всегда важно учитывать индивидуальный подход и выстраивать работу с молодежью исходя из индивидуальной мотивации и предпочтений.

— Как эффективно использовать особенности зумеров? Нужно ли (и каким образом) компаниям подстраиваться под особенности их мышления?

— Если показать, что в твоей сфере, в твоей компании активно развиваются технологии, то людям, которые росли в этой среде, проще будет сделать выбор в пользу работы в такой компании. Также важна забота компании о комфорте — он для зумеров важен, независимо от того, чем они занимаются. Работодателям нужно транслировать все те ценности,

которые впитало в себя это поколение. Это ментальное благополучие, work and life balance, про что много говорили с этим поколением. Нужно делать акцент на гибких навыках, заботиться о карьерном развитии молодежи. Это важные акценты, и если компания их расставляет, то шанс, что зумеры придут и будут работать продолжительное время в этой компании, высокий.

Говоря о зумерах, важно затронуть историю о том, насколько часто это поколение выбирает долгосрочное сотрудничество. В советский период большинство людей были приверженцами длительных отношений со своим работодателем. Условно, господствовал такой тренд: одна жизнь — одна работа. Это было типично для той эпохи. Сейчас молодежь гораздо проще относится к смене места работы. Отношение такое: если одна компания не понравилась, то можно найти другую. Можно работать на трех работах одновременно или работать удаленно на проектах. То, что отношение к длительной приверженности одной работе стало иным, важно учитывать. Работодателю нужно понимать, что нельзя «купить» человека на всю жизнь, потому что он вырос в другой среде, и вопрос удержания и развития — один из ключевых сейчас, особенно в период кадрового дефицита.

Сейчас не зря говорят, что человек за свою жизнь может сменить много карьер. Раньше ты, допустим, получал образование инженера и работал всю жизнь инженером и, скорее всего, даже делал это в одной организации, потому что разницы в зарплате между инженером в той или иной организации практически не было. И если ты нашел себе удобное место работы, то не было смысла искать другое. Сейчас у компаний дефицит работников, все их перекупают. И почему бы человеку, который, получает X денег, а другая компания предлагает ему 1,5X, не пойти на новую работу? Тем людям, которые выросли с другими ценностями — сформированными в предыдущих поколениях, конечно, будет сложнее. Они привыкли совсем к другому. А зумерам этот тренд интуитивно понятен. Но потом все поменяется опять, и зумерам станет сложнее.

Но опять же, на частую смену работы будут влиять индивидуальные характеристики. Несмотря на то что человек — представитель поколения зумеров, он просто может быть более стабильным или с меньшей мотивацией. Такой человек, несмотря ни на что, может работать в одной компании всю жизнь. Не надо на всех зумеров вешать ярлыки.

— Перед Россией стоит задача повысить производительность труда. Насколько зумеры могут с этим справиться?

— Действительно, долгое время в нашей стране, в которой очень много работают, складывалась странная картина. Несмотря на упорный труд, производительность труда была достаточно низкая. Можно сказать, что это пример обратной корреляции, когда невысокая производительность покрывается переработками.

Для того чтобы росла производительность труда, нужно развивать три составляющие. Первая — это повышение соответствия квалификации человека тому месту, где он работает. Знания работника должны регулярно обновляться, и человек должен быть на своем месте. Вторая — это технологии и современные средства производства. Например, чем выше автоматизация, тем выше производительность труда. Третья, и очень важная, — уровень менеджмента, то есть эффективные организационные бизнес-процессы.

На первый взгляд кажется, что зумеры с их ценностями, ориентированные на благополучие, на work and life balance, прямо заинтересованы повышать свою производительность труда. Если ты меньше работаешь, но эффективно, то ты больше зарабатываешь и у тебя больше свободного времени. Но есть некоторые издержки в системах компаний, которые уже сложились. Зумеры, попадая в компанию, оказываются, скорее всего, на низовых позициях. А управление, менеджмент в компаниях по большей части в руках предыдущих поколений — поколения X или бумеров. То есть должно пройти еще лет 20, чтобы зумеры получили возможность управлять процессами в компаниях. Влиять на третий фактор достаточно сложно. Однако можно влиять на первые два. Работа зумеров в компаниях уже привела к появлению стартапов и интересных решений. Именно это поколение может массово внедрять новые решения, основанные на том же искусственном интеллекте. Влиять на уровень инструментария в компаниях возможно, а вот на уровень менеджмента сложнее.

Еще один аспект, связанный с производительностью, заключается в том, что все равно не очень высокий процент молодых людей выбирает свою профессию осмысленно. По-прежнему много тех, кто идет обучаться определенной профессии по самым разным косвенным причинам, а потом полученные знания и навыки они не применяют.

Также продолжают обсуждаться очень много вопросов о том, что образование не успевает за потребностями рынка, а также о том, насколько бизнес может транслировать, какие кадры ему нужны. Все это также влияет на производительность труда.

— Можно ли говорить о том, что сейчас различия (в мировоззрении, запросах к работодателю и т. д.) между представителями разных поколений выглядят серьезнее, чем раньше, например в советское время?

— Такое различие всегда есть. Фундаментально оно происходит из-за смены эпох. Приходят новые технологии, наступают кризисы, и тем, кто долго работал в какой-то парадигме, сложно принять изменения. Все те факторы, которые влияют на формирование человека, отражаются на том, каких ценностей придерживается новое поколение и как его представители работают. Дальнейшие объяснения теории поколений уже не дает.

— Следующее поколение после зумеров — альфа. Нужно ли работодателям уже сейчас изучать его особенности и готовиться к его приходу или статистики и исследований о возможных качествах поколения альфа еще недостаточно?

— Поколение альфа — это те, кто еще только пошел в детский сад, поэтому скорее это им сейчас нужно готовиться — к школе. Каждое новое поколение имеет два-три отличительных признака, которые будут характерны для эпохи. Конечно, в каких-то отдельных аспектах это поколение уже сформировалось, а в каких-то только формируется сейчас. В отличие от зумеров это поколение растет уже в другой эпохе, гораздо менее стабильной. Они формируются в кризисное время, когда имеется высокий уровень неопределенности. Также нельзя не учитывать тенденции демографии, по сути, демографическую яму, то, что молодых специалистов не будет достаточно на рынке труда. К чему в итоге это приведет, исследователи смогут оценить только позже, лет через 5–10. Но учитывая, что демографическая ситуация пока сильно не будет улучшаться, работодателям будет сложнее конкурировать за молодые кадры. Поэтому все важнее будет обращать внимание на ценности этого поколения и выстраивать программы лояльности.

Подробности

Теория поколений пытается объяснить, что объединяет людей, которые родились примерно в одно время. Ее авторы — писатель Уильям Штраус и экономист Нил Хоув. Поколения, согласно взглядам авторов, сменяют друг друга раз в 15–20 лет.

Наиболее распространена следующая классификация поколений.

Поколение беби-бумеров — родившиеся примерно в 1946–1963 годах. Этому поколению приписывают командный дух, карьеризм и трудоголизм.

Поколение X (Generation X) — родившиеся примерно с 1965 по 1983 год. Считается, в поколении X ценят материальные ценности и мало обращают внимание на чужие эмоции.

Поколение Y (Millennials/миллениалы) — родившиеся примерно с 1984 по 2000 год. Представители поколения Y считаются гуманистами, много думающими об общих ценностях и благах.

Поколение Z (Zoomers/зумеры) — родившиеся с 2000 по 2010 год. Представители поколения Z растут с технологиями с раннего детства и активно пользуются онлайн-играми и социальными сетями.

Поколение A (Alpha/альфа) — родившиеся с 2010 года по настоящее время. Считается, что представители поколения альфа используют цифровые устройства с большей осознанностью, чем зумеры, они понимают все их возможности и ограничения.

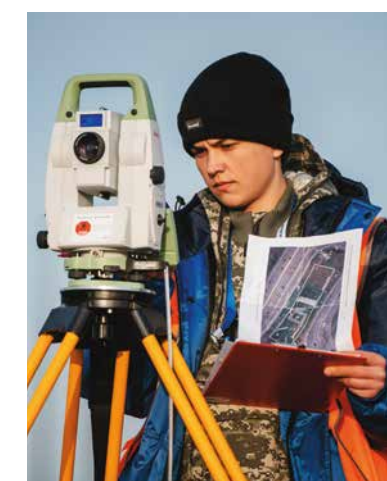
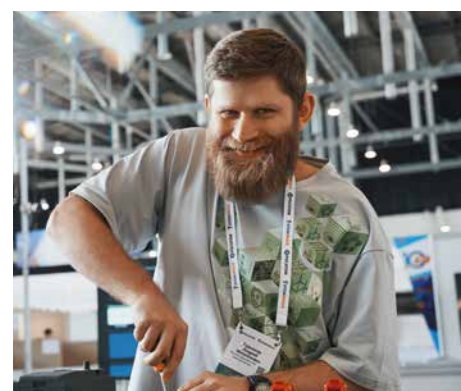
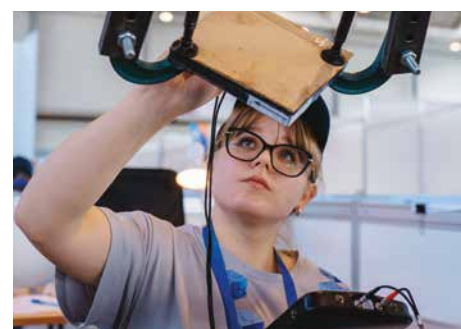
В десятку!

Вспоминаем яркие моменты AtomSkills-2025

В апреле в Екатеринбурге состоялся десятый, юбилейный чемпионат профессионального мастерства AtomSkills-2025. Мероприятие уже традиционно прошло в международном формате, собрав более 2000 участников и экспертов из России, Китая, Турции, Египта, Бангладеш, ЮАР, Узбекистана, Беларуси, Индонезии, Индии, Казахстана.

В течение пяти дней в основной и студенческой лигах AtomSkills-2025 за звание лучшего в своей профессии боролись представители 16 команд дивизионов и предприятий «Росатома», сборные крупных отечественных и иностранных компаний, а также студенты. В этом году число вузов и колледжей — участников AtomSkills выросло до 70.

Сквозной темой обширной деловой программы AtomSkills-2025 стала сфера профессионального образования как основа долгосрочной стратегии формирования устойчивого технологического суверенитета и лидерства страны в ведущих отраслях промышленности и производства.



Экологические проекты	На фото
Текст: Дмитрий Анохин Фото: ФЭО	Установка очистки поверхностного стока с территории полигона «Красный Бор» готова к вводу в эксплуатацию

Гениальная уборка

В решающую стадию переходят комплексные мероприятия по ликвидации накопленного экологического вреда на трех чувствительных для природоохранной системы России объектах

В течение всего времени своего существования отечественная атомная отрасль напрямую имеет дело с особо опасными веществами и изделиями. Атомщики работают с ними начиная с добычи руд и тестирования готовой продукции и вплоть до окончания действия установок и устройств с последующим их выводом из эксплуатации. Сформировавшиеся в отрасли за несколько человеческих поколений компетенции в области опасных отходов стали самоценным ресурсным потенциалом — причем не только на уровне госкорпорации, но и в классе задач, имеющих общенациональное значение. Первой по-настоящему серьезной проверкой, где «Росатом» получил возможность это продемонстрировать, стали работы в Ленинградской и Иркутской областях. Они еще продолжаются, но уже можно сделать вывод: с вызовом общегосударственного масштаба атомщики справились.

Детокс по-колпински

В советское время райцентр Колпино считался ближайшим пригородом Ленинграда. В 1969 году в 6 км от города-спутника Северной Пальмиры организовали полигон «Красный Бор», куда начали свозить промышленные отходы I–IV классов опасности со всего Советского Союза, в том числе с индустриальных объектов Украины, Литвы, Латвии и Эстонии. Это место выбрали в основном из-за мощных кембрийских глин, не позволявших токсичным веществам просачиваться наружу и загрязнять подземные воды. Сначала объект предполагали использовать для временного захоронения, но в итоге отходы сюда свозили до 2014 года, когда полигон площадью 67,4 га уже вошел в административную черту Северной столицы.

За годы эксплуатации отходами общей массой около 1,7 млн тонн здесь заполнили 70 карт-накопителей, представляющих собой котлованы глубиной несколько десятков метров. Большинство из них — а именно 65 — надежно изолированы. А вот пять остальных, после того как отходы перестали принимать, оставались



Прямая речь



Алексей Лихачев

Генеральный директор «Росатома»:

— Для «Росатома» экологическая повестка — один из приоритетных векторов развития. Производственный опыт и высокие научно-технологические компетенции позволяют нам сегодня эффективно приводить в безопасное состояние наиболее сложные объекты на территории нашей страны, ликвидируя многолетний экологический вред, в том числе в Ленинградской и Иркутской областях. На этих объектах мы создаем уникальную технологическую инфраструктуру по переработке накопленных там сложных отходов. Кроме того, мы предупреждаем возможное возникновение новых экологических рисков: создаем современную инфраструктуру из семи производственно-технических комплексов для обращения с промышленными отходами в логике экономики замкнутого цикла. Выполнение этих серьезных задач, порученных нам государством в сфере управления опасными отходами, позволит госкорпорации обеспечить формирование экологического благополучия для наших граждан.

для оборонного авиапрома. Однако уже в середине 1960-х годов, когда комбинат готовили к пуску, потребность в этой продукции отпала: в шасси военных самолетов начали применять металлический корд. На оборонку БЦБК, впрочем, работал вплоть до своего закрытия в 2013 году: выпускаемая им белая целлюлоза использовалась в специзделиях для отечественного ядерного оружейного комплекса.

Громкие голоса о недопустимости размещения такого серьезного и большого промышленного производства на байкальском берегу начали раздаваться уже с началом строительства. Посвященный этому конфликту интересов художественный фильм «У озера» журнал «Советский экран» назвал лучшим в самом что ни на есть застойном 1970 году. Неудивительно, что в перестроечное время «Движение в защиту Байкала» стало одной из самых активных общественных природоохранных инициатив. Очень быстро в позднесоветском обществе вокруг БЦБК сформировался

открытыми с коктейлем из кислот, щелочей, органики внутри. Находятся они в нескольких километрах от Невы выше точек петербургского водозабора, что вызывало дополнительное беспокойство экологов.

В середине 2010-х годов «Красный Бор» попал в федеральный проект «Чистая страна» нацпроекта «Экология». Сейчас рекультивационные мероприятия продолжаются уже в рамках федерального проекта «Генеральная уборка». Единственным исполнителем работ выступает предприятие «Росатома» — федеральный экологический оператор (ФЭО).

Первым делом на всех пяти открытых картах укрепили обвалочные дамбы. Старые понтоны, закрывавшие зеркало карт сверху, заменили полимерсодержащими структурами с собственной системой сбора дождевой воды. Сейчас в разгаре возведение основного защитного сооружения — противодиффузионной эшелонированной завесы (ПФЗ) глубиной 7,7 м. Это сложный инженерный «пирог», опоясывающий по 3488-метровому периметру всю зону складирования полигона площадью 46,7 га и состоящий из силовой железобетонной стенки, глинисто-полимерной гидроизоляции, системы сбора и отведения фильтрата и контрольно-измерительной системы, предусматривающей восстановление целостности конструкции при помощи инъекций (если автоматика зафиксирует такую необходимость). Технологические решения и конструктивные особенности этой «стены в грунте» заимствованы из подхода к построению систем безопасности современных АЭС — отсюда и слово «эшелонированная» в названии. Сейчас ПФЗ сооруже- на на 90%, замкнуть ее предполагается в ноябре.

Больше трети всей зоны складирования уже укрыто сверху новым многофункциональным рекультивационным экраном полутораметровой толщины, состоящим из нескольких гидроизоляционных слоев и системы дренирования ливневых стоков и фильтрата. Параллельно завершаются пусконаладочные работы на современном комплексе технологической переработки жидких и пастообразных отходов из пяти открытых карт. В этом году система должна справиться примерно с 340 тыс. м³ отходов. Технология предусматривает многоступенчатую очистку первичных отходов (механическую, реагентную, фильтрационную, многоступенчатую мембранную, ионообменную, сорбционную и ультрафиолетовую) и литификацию вторичных (солевой концентрат после многоступенчатой очистки превращается в безопасный минерализованный геокомпозит). Полностью рекультивировать весь полигон собираются в будущем году в рамках нацпроекта «Экологическое благополучие».

У озера

Проектирование, строительство, работа и завершение деятельности Байкальского целлюлозно-бумажного комбината (БЦБК) — иллюстрация функционирования командно-административной системы при социализме. Поначалу объект задумывался как завод по производству целлюлозно-шинного корда

консенсус: в таком виде комбинат продолжать использовать было невозможно. При работе предприятия на полной мощности объем сбросов по самым консервативным оценкам составлял несколько десятков миллионов тонн ежегодно (при этом Росприроднадзор уже в 2000-е годы, когда очистные отремонтировали, а цеха задействовались отнюдь не на полную катушку, регистрировал на выходе из стоков 12-кратное превышение предельно допустимых концентраций по отдельным загрязняющим веществам).

Спаси могла бы система замкнутого водооборота. Но из-за неготовности канализационной сети Байкальска (города, возникшего на берегу озера рядом с комбинатом) ее запуск очень долго сдерживался. Когда же в 2008 году она заработала, именно это послужило причиной закрытия производства беленой целлюлозы (по существующей технологии производить ее на замкнутом водообороте невозможно), что фактически запустило для БЦБК обратный отсчет. В конце 2013 года тот прекратил работу, а 10 октября прошлого года решением Арбитражного суда Иркутской области официально признан ликвидированным.

Но от него на бывшей промышленной площадке остались отходы. В подавляющем большинстве они сосредоточены в двух местах: на территории бывшего цеха очистных сооружений (ЦОС), где на удалении менее полукилометра от байкальской береговой линии хранятся около 290 тыс. м³ загрязненных щелокодержащих стоков, и на полигоне «Бабхинский», куда складировали свыше 2,4 млн м³ производственных и бытовых отходов. ФЭО приступил к работам по ликвидации накопленного здесь экологического вреда в 2020 году в рамках федерального проекта «Сохранение озера Байкал» национального проекта «Экология».

На сегодня территория расчищена и благоустроена. Возведены основные производственные цеха

и необходимые вспомогательные сооружения, подведены сети инженерного обеспечения, построена внутриплощадочная транспортная инфраструктура. В здании очистки щелокодержащего стока на территории ЦОС смонтировано основное технологическое оборудование для откачки жидких отходов. Для очистки щелокодержащей жидкости отечественными



Игорь Кобзев

Губернатор Иркутской области:

— Совместно с «Росатомом» мы значительно продвинулись в решении экологических задач, что положительно сказывается и на социально-экономическом развитии городов. В 2024 году привлечено дополнительное финансирование в Усолье-Сибирское и Байкальск. Наибольший объем средств направлен на развитие образования, дорожного хозяйства, обеспечение жильем, формирование современной городской среды. С Алексеем Евгеньевичем Лихачевым наметили дальнейшие шаги по проектам и развитию региона, продолжаем конструктивную работу.

специалистами разработан уникальный 13-ступенчатый комплекс, на выходе из которого вода будет соответствовать нормативам качества для Байкальской природоохранной зоны.

Летом начнется собственно сама очистка, запланированная на два года. Территорию полигона «Бабхинский» от твердых отходов и надшламовых вод освободят уже в будущем году. После этого поверхность всех опустошенных технологических карт укроют многослойным рекультивационным экраном, препятствующим попаданию атмосферных осадков в тело полигона и миграции загрязнений в грунтовые воды.

Муниципалитету для вовлечения в хозяйственный оборот земли бывшего БЦБК «Росатом» планирует передать в 2028 году. Поскольку сам Байкальск областные власти собираются развивать как туристический центр, не лишенным логики видится создание здесь современного элитного санаторно-курортного комплекса, что было озвучено четыре года назад. Эта работа ведется в рамках программы социально-экономического развития Байкальского муниципального образования, утвержденной распоряжением правительства РФ.

Рассолы Усоля

Усольское производственное объединение «Химпром» (после акционирования — ООО «Усольехимпром») появилось в городке Усолье-Сибирском Иркутской области в 1936 году. Но главные химические мощности здесь запускались уже после войны. Основная номенклатура относилась к особо опасным веществам, а общий объем продукции превысил миллиард тонн. Соответственно, высоким классом опасности характеризовались и отходы. В течение семи десятков лет они затаривались в различные емкости и закачивались в глубинные скважины на территории промплощадки. Постепенно эти объекты утратили герметичность, и опасные вещества начали просачиваться наружу.

Восемь лет назад «Усольехимпром» обанкротился, и промышленная площадка оказалась фактически брошена на произвол судьбы. Площадь опасного загрязнения превысила 1600 га, жидкая ртуть начала поступать в воды реки Ангары, а в атмосферном воздухе на территории города фиксировалось превышение предельно допустимых концентраций по парам ртути. В 2020 году в Усолье-Сибирском официально объявили режим чрезвычайной ситуации, и Владимир Путин поручил «Росатому» в партнерстве с Минприроды РФ развернуть работы по устранению экологических рисков.

Исполнителем работ по ликвидации накопленного вреда окружающей среде стал ФЭО. За два первых года в режиме первоочередных противоаварийных мероприятий в безопасное состояние приведены самые сложные и опасные объекты. В частности, в рамках федерального проекта «Чистая страна» нацпроекта «Экология» ликвидированы 12 скважин

рассолопромысла и цех ртутного электролиза, перезатарены токсичные отходы из 17 аварийных цистерн. Удалось локализовать так называемую нефтяную линзу на ангарском берегу (загрязнение в районе бывшего водозабора), для чего построили новые очистные сооружения и возвели противодиффузионную завесу вдоль реки.

Уже в позапрошлом году по результатам анализа 494 проб, отобранных во всех компонентах окружающей среды, констатировалось значительное улучшение ситуации. Так, все загрязнения атмосферного воздуха, в том числе ртутными парами, оказались на уровне допустимых значений ПДК. Утилизировали и передали в специализированные организации 136,18 тонны токсичных отходов из аварийных емкостей. Режим чрезвычайной ситуации в Усолье-Сибирском официально отменили, а работы по приведению промплощадки в порядок продолжились в соответствии с разработанным проектом. С 2025 года они ведутся уже в рамках федерального проекта «Генеральная уборка». К концу прошлого года общее выполнение задач по демонтажу зданий и сооружений удалось вывести на уровень 92% от плана (всего будет снесено 301 надземная и 364 подземных частей зданий и сооружений). В частности, разобрали 94-й цех по производству



Андрей Лебедев

Директор направления по реализации государственных и отраслевых программ в сфере экологии госкорпорации «Росатом»:

— Благодаря работе «Росатома» угрозы жизни и здоровью людей, живущих вблизи объектов, на которых более полувека накапливались токсичные отходы, нет. Нам удалось полностью решить вопросы по импортозамещению технологий и оборудования, что позволило оперативно обеспечить формирование технологического суверенитета. По предварительным оценкам, ликвидация «наследия прошлого» в рамках задач по достижению национальной цели «Экологическое благополучие» и в ходе дальнейшей реализации одноименного национального проекта позволит улучшить качество жизни для почти 7 млн граждан.





трихлорсилана и четыреххлористого кремния, отходы отсюда переместили в безопасную тару и провели их полную паспортизацию. Раздробленные в щебень отходы строительных конструкций используют для создания изолирующего слоя еще на одном опасном объекте — шламонакопителе площадью 200 га (рекультивировать тут предстоит бассейны общим объемом 3,6 млн м³, и дополнительная инертная защита предотвратит пыление в летнее время, когда работы в основном и проводятся). Продолжается реализация комплекса мероприятий по ликвидации нефтяной линзы. Предстоит изъять весь загрязненный грунт общим объемом около 5 тыс. м³, обезвредить его при помощи микроорганизмов-биодеструкторов, а потом уже использовать при последующей рекультивации территории.

Все объекты накопленного экологического вреда здесь будут ликвидированы в 2026 году, а до конца 2028 года завершатся мероприятия долгосрочного обеспечения экологической безопасности территории. На месте бывшего предприятия «Росатом» уже приступил к созданию экотехнопарка «Восток», который будет специализироваться на утилизации ртутьсодержащих отходов с возвратом извлеченных вторичных полезных элементов в хозяйственный оборот. А рядом планируется создание Федерально-го центра химии — большого межведомственного производственного комплекса высокотехнологичных производств для обеспечения внутреннего и внешнего рынков конкурентной продукцией мало- и среднетоннажной химии. Как планируется, он войдет в перспективный нацпроект технологического суверенитета «Новые материалы и химия», в свою очередь, призванный стать «пилотом» для создания современных промышленных центров с инновационными производствами.

Так что усольчане еще поработают на химпроизводстве нового поколения. А чтобы им не очень скучно было ждать светлого будущего, госкорпорация уже поднимает в меру своих сил качество жизни в Усолье-Сибирском, официально ставшем одним из 31 города

присутствия «Росатома». В 2020 году на базе городского лицея № 1 открылись профильные «Менделеевские классы», с 2021 года Усолье-Сибирское включено в проект «Школа Росатома». Поддерживаются молодежные инициативы «снизу». Так, в рамках проектно-образовательного интенсива «Реакция» собирали проекты школьников и студентов, направленные на социально-экономическое и технологическое развитие города. В итоге сформировали шесть проектных инициатив, взятых в работу частным учреждением «Атом-Регион».

А минувшим летом, когда Усолье-Сибирское отмечало 355-летие, ФЭО помог улучшить и визуальную среду городских территорий. При поддержке предприятия художники творческого коллектива «ЦЕХ» и проекта «Голос улиц» украсили фасады зданий по Комсомольскому проспекту и Интернациональной улице, а также пять трансформаторных подстанций в городских дворах красочными муралами, рассказывающими об истории города, ценности природных ресурсов и экологической миссии «Росатома». Так что теперь тут не только дышать легче, но и по сторонам смотреть приятнее!

Прямая речь



Максим Погодин

Генеральный директор Федерального экологического оператора:

— Главное богатство Усолья-Сибирского — его жители, открытые ко всему новому, неравнодушные, готовые приложить свои силы и таланты для его развития. Мы со своей стороны, реализуя в городе мероприятия по оздоровлению загрязненных территорий, видим своей миссией улучшение качества жизни людей. Для нас большая честь не просто внести вклад в благоустройство Усолья-Сибирского, но и создать здесь приятную, вдохновляющую атмосферу, наполнить городские улицы настроением юности и легкости.



В поисках обогащения

Сатесо и «Казатомпром» стремятся выйти в новые пределы ЯТЦ

Две крупнейших уранодобывающих компании в мире, казахстанский «Казатомпром» и канадская Сатесо, предпринимают усилия, чтобы выстроить в своей структуре полный топливный цикл. Обе компании ловят появляющиеся возможности для развития бизнеса, которые дает очередной подъем атомной энергетики.

Сатесо

Контурсы бизнеса
Канадская компания появилась после слияния в 1988 году саскачеванской провинциальной компании Saskatchewan Mining Development Corporation (SMDC) и федеральной Eldorado Resources.

SMDC входила в капитал различных разведочных и горных компаний Саскачевана и вела собственную геологоразведку. SMDC участвовала в открытии уранового месторождения McClean Lake, в 1977 году компания приобрела долю в совместном предприятии на базе уранового месторождения McArthur River

и спустя три года стала оператором проекта. Оба месторождения — одни из крупнейших в Канаде.

Eldorado Resources — ветеран отрасли: с середины 1930-х годов компания добывала радий, в 1940-х ее основным продуктом стал уран — отходы радиевого производства. Компания несколько раз переживала взлеты и падения до слияния с SMDC. Ее ключевым активом в тот момент было предприятие в Порт-Хоупе, где извлекали радий и уран. Теперь там конверсионное производство.

В 1991 году госкомпания Сатесо вышла на биржу и стала публичной. Чтобы стать интересной акционерам, она диверсифицировалась в нескольких направлениях: золотом, урановом и топливном. Золотое в 2009 году было закрыто продажей доли в компании Centerra Gold. Полученные \$875 млн поддержали компанию после обвала цен на уран на фоне финансового кризиса, а позднее — аварии на АЭС «Фукусима» в 2011 году. Параллельно компания увеличивала свою сырьевую базу. В 1996 году в Казахстане было учреждено СП «Инкай», в 2009 году предприятие начало промышленную эксплуатацию одноименного

уранового месторождения. В 1998 году Cameco купила канадский, казахстанский и американский бизнес партнера — немецкой Uranerzbergbau. После сделок активы Cameco увеличились примерно на 30%. В 2004 году компания принимает решение построить рудник на месторождении Cigar Lake. Стройка шла очень трудно. Но после двух затоплений рудник в 2014 году все же заработал, и теперь это ключевой канадский добывающий актив компании.

Наконец, компания различными способами расширяла свое участие в топливном бизнесе. Она участвовала в сделке «BOU-NOU», выступив администратором и представителем так называемых западных компаний. В их число, кроме Cameco, вошли французская Cogema и германская NUKEM. В 2001–2002 годах Cameco в два этапа купила 31,6% в АЭС «Брюс». Правда, в 2014 году Cameco вынуждена была продать эту долю за \$450 млн, чтобы поддержать компанию в период низких цен.

В 2006 году Cameco купила Zircatec Precision Industries (далее — Zircatec), предприятие по производству топливных сборок и их компонентов для реакторов на тяжелой воде CANDU. Благодаря сделке компания сформировала полную технологическую цепочку производства топлива в тяжеловодном сегменте от рудника до реактора. Было только одно но: объем тяжеловодного рынка, где для топлива используется уран с природным обогащением, невелик, лишь порядка 10% от общего объема.

Новые возможности

Выход в сегмент легководных реакторов, которые составляют основу мирового парка АЭС, стал возможен благодаря совокупности обстоятельств. Ключевое из них — банкротство Westinghouse Electric (Westinghouse), одной из крупнейших в мире компаний по фабрикации ядерного топлива для легководных реакторов. Она не справилась со строительством двух АЭС в США и со скандалами и разоблачениями вышла из этих проектов. В октябре 2022 года Cameco объявила о вхождении в капитал Westinghouse. В ноябре 2023 года сделка была закрыта, Cameco заплатила за 49% акций \$2,1 млрд. Сделка, по ожиданиям Cameco, должна предоставить букет возможностей. Cameco действительно подписала несколько долгосрочных контрактов в странах Восточной Европы, куда выходит также и Westinghouse. Но итоги 2024 года показали, что Westinghouse продолжает генерировать убытки, пусть и только «бумажные», возникшие из-за переоценки запасов. Доля выручки Westinghouse, учтенной Cameco за 2024 год, составила \$2,89 млрд, доля чистого убытка — \$218 млн. Для сравнения, выручка от традиционных, уранового и топливного, бизнесов Cameco составила в 2024 году \$3,14 млрд. Итоговая чистая прибыль за тот же период — \$172 млн.

Сделка с Westinghouse может повлиять на конверсионный сегмент компании. Дело в том, что лицензия на эксплуатацию конверсионного завода в Порт-Хоупе действует до 28 февраля 2027 года.

Маловероятно, конечно, что компания не сможет ее продлить. Но если такое случится, это может стать встряской для конверсионного сегмента рынка. Но у Westinghouse есть собственное конверсионное производство в Спрингфилде (Англия). В 2005–2014 годах Cameco покупала там услуги конверсии по толлинговой схеме (предоставление платной услуги без изменения права собственности на продукт), однако в августе 2014 года, за два года до конца контракта, расторгла его из-за низкого спроса на конверсию. После этого компания Westinghouse частично вывела конверсионные мощности завода из эксплуатации. В декабре 2022 Westinghouse получила от правительства Соединенного Королевства 13 млн фунтов стерлингов на изучение возможности расширить конверсию, изучение продолжается.

Таким образом, Cameco прямо и косвенно владеет двумя конверсионными предприятиями, и будут ли они дополнять друг друга, конкурировать или останется только одно предприятие, пока непонятно.

Ход лазерным конем

После покупки Westinghouse Cameco стала позиционировать себя одним из крупнейших поставщиков уранового топлива. Однако в этом позиционировании есть одна лакуна: у канадской компании нет своих мощностей по обогащению урана.

По-видимому, зная из опыта участия в программе «BOU-NOU», насколько непросто создать собственные обогатительные мощности, Cameco сделала ход конем и вложилась в альтернативную газодиффузионной и газоцентрифужной лазерную технологию. В 2008 году компания купила 24% компании Global Laser Enrichment (GLE). Совладельцами GLE на тот момент были General Electric и Hitachi. Но после неудачи со строительством предприятия в Падьюке на площадке бывшего газодиффузионного завода и многих попыток исправить положение дел General Electric и Hitachi вышли из проекта. Их доли в январе 2021 года выкупили австралийская Silex Systems (далее — Silex), владелец технологии, и Cameco. В настоящее время Cameco владеет 49% GLE.

На фоне попыток отказа от российского обогащенного урана и стремления наладить в США собственное производство проект лазерного обогащения GLE пытается продвигаться. Правда, сроки ввода установки в коммерческую эксплуатацию понемногу сдвигаются вправо. Так, в релизе от 31 августа 2022 года годом начала коммерческой эксплуатации назывался 2027-й. В феврале прошлого года Silex заявила, что коммерческая эксплуатация будущего завода по лазерному обогащению в Падьюке может начаться в 2028 году. В релизе в декабре 2024 года, когда компания подала экологический отчет в Комиссию по ядерному регулированию США (NRC), сроком развертывания производства назван 2030 год. Эта дата тоже может сдвинуться, если факторы успеха обернутся факторами риска: «Путь GLE к коммерциализации зависит от нескольких факторов, включая, помимо прочего, успешное развитие и завершение

программы демонстрации и развития технологий GLE, четкий вариант коммерческого использования, надежные основы рынка, ясность в отношении будущего импорта российского топлива, способность обеспечить существенную государственную поддержку и финансирование (в частности, ускоренные коммерческие пути, связанные с НОУ и, потенциально, HALEU, зависят от государственного финансирования) и долгосрочную поддержку отрасли»,— говорится на сайте Cameco в разделе, посвященном GLE.

Главную проблему лазерной технологии обогащения сформулировал Кристо Либенберг, соучредитель и генеральный директор LIS Technologies — компании, которая разрабатывает альтернативную технологию лазерного обогащения: «За последние 50 лет в 26 странах никто не смог добиться успеха с лазерным обогащением» (цит. по Atominfo.ru). Сам Кристо Либенберг уверен в своем успехе (другого варианта у него все равно нет), но пока история складывается не в пользу лазерного обогащения.

В 2025 году GLE планирует продемонстрировать работу пилотной установки и получить подтверждение ее работоспособности от третьей стороны. GLE также продолжает готовить заявку в NRC на лицензию и планирует получить третий полномасштабный модуль лазерной системы, необходимый для усовершенствования компонентов. Cameco постепенно увеличивает расходы на технологию: \$21 млн, \$37 млн и \$47 млн в 2023, 2024 и 2025 году (прогноз) соответственно.

Если предположить, что технология окажется рабочей, апробировать ее будут на хвостах обогащения газодиффузионного завода в Падьюке. GLE заключила долгосрочное соглашение с Минэнерго США о продаже GLE около 200 тыс. тонн гексафторида обедненного урана. «GLE планирует использовать этот материал в качестве сырья для производства гексафторида урана природного качества (UF₆) с использованием технологии лазерного обогащения SILEX в течение 30 лет. Ожидаемая производительность будет эквивалентна урановому руднику с годовым объемом добычи до 5 млн фунтов урана, что позволит ему войти в десятку лучших современных урановых рудников по объему производства»,— приводятся в релизе Silex слова гендиректора компании Майкла Голдсуорси.

Понимать их можно двояко. С одной стороны, он пытается представить такую перспективу заманчивой. Но уранодобывающая Cameco называет столь экзотический способ получать гексафторид урана природного обогащения просто единственным возможным способом коммерциализировать технологию.

С другой стороны, эти слова могут свидетельствовать о том, что GLE отказывается от планов выпускать низкообогащенный (LEU) и низкообогащенный высокопробный (HALEU) уран. Если это так, Cameco получит не контроль за ключевым звеном в цепочке создания ядерного топлива для легководных и перспективных АЭС, а еще одно конверсионное предприятие.

Наконец, следует помнить, что земельный участок, который GLE купила в ноябре 2024 года под будущий завод, расположен в США. С точки зрения поставок сырья это хорошо, а вот с точки зрения контроля — плохо. В условиях раскручивающейся торговой войны между США и Канадой размещение разных топливных переделов в разных странах — это, конечно, риск.

«Казатомпром»

Первый подход

В период «атомного ренессанса» в начале 2000-х годов компания стремилась получить доступ к недостающим переделам ядерного топливного цикла. В Казахстане действовали уранодобывающие предприятия, на Ульбинском металлургическом заводе (УМЗ) производили топливные таблетки. Не хватало конверсии, обогащения и фабрикации сборок. Эти переделы «Казатомпром» надеялся получить по принципу «недра в обмен на технологии».

С российской компанией «Атомредметзолото» (сейчас — «Росатом Недра») «Казатомпром» договорился о вхождении в капитал Центра по обогащению урана — разделительного предприятия на базе Уральского электрохимического комбината. В 2006 году на паритетных началах «Казатомпромом» и российской стороной был создан Центр по обогащению урана (ЦОУ). Благодаря сделке «Казатомпром» получил возможность получать до 5 млн ЕРР в год.

С канадской Cameco «Казатомпром» договорился о создании конверсионного производства. В августе 2008 года была создана компания «Ульба Конверсия». Изначально предполагалось, что в Казахстане будет построено предприятие по выпуску гексафторида урана мощностью 12 тыс. тонн в год. Cameco должна была предоставить технологию, получив до 49% в предприятии. Параллельно с объявлением о конверсионном предприятии Cameco заявила о планируемом удвоении производства на Инкае.

С французской Areva (сейчас — Orano) «Казатомпром» в октябре 2010 года подписал соглашение о строительстве предприятия по выпуску топливных сборок мощностью 400 тонн в год. Предполагалось, что оно заработает в 2014 году.

Кроме того, «Казатомпром» приобрел в 2007 году за \$540 млн у японской Toshiba 10% акций Westinghouse, чтобы таким образом получить доступ к сегменту готового ядерного топлива.

В Стратегии развития «Казатомпрома» на 2015–2025 годы предполагалось, что компания реализует полный ядерный топливный цикл. Однако последствия мирового финансового кризиса и аварии на АЭС «Фукусима», да и, будем честны, нежелание партнеров создавать себе конкурентов, не позволили компании осуществить планы.

Конверсионное предприятие не состоялось. Из-за плохих рыночных условий «Казатомпром» решил

не инвестировать в это направление. В августе 2018 года участники ТОО «Ульба Конверсия» проголосовали за его ликвидацию. Однако в декабре того же года «Казатомпром», Ульбинский металлургический завод и Самесо заключили договор о предоставлении казахстанской стороне права пользования технологиями аффинажа и конверсии урана. В январе 2020 года технологии были переданы «Казатомпрому». С фабрикацией и доходами от продажи топлива тоже не сложилось. Но «Казатомпром» в итоге хотя бы оказался в плюсе. В декабре 2017 года «Казатомпром» закрыл сделку по продаже японской Toshiba 10% акций Westinghouse. «С учетом полученных за период владения акциями дивидендов в размере \$103 млн «Казатомпром» осуществил возврат вложенных средств в общей сумме \$625 млн, что превысило первоначальные инвестиции в акции Westinghouse на \$85 млн», — говорится в релизе компании. Последующее банкротство Westinghouse и огромные сложности ее владельца, Toshiba, показали, что «Казатомпром» вовремя прыгнул с тонущей лодки.

В марте 2020 года «Казатомпром» закрыл сделку по продаже «ТВЭЛ» 50% минус одна акция в капитале ЦОУ. Эта акция сохранила казахстанской компании доступ к услугам обогащения, предоставляемым Топливным дивизионом «Росатома».

Строительство предприятия по выпуску топливных сборок оказалось мучительным и долгим. В середине 2010-х годов стало понятно, что с французской компанией оно не сложится: Areva вошла в период турбулентности, признания убытков и необоснованных трат и в итоге реструктуризации. Однако в казахстанский проект вошла китайская CGN, Areva предоставила технологию — лицензию, инженерную документацию, поставку основного производственного оборудования, обучение персонала и проч., и в конце 2016 года началось строительство. Правда, проектная мощность снизилась вдвое — 200 тонн в пересчете на обогащенный уран. В компании «Ульба-ТВС» 51% стали принадлежать «Казатомпрому», 49% — CGN-URC. Первоначально предполагалось, что предприятие будет запущено в 2018 году. Фактически это случилось в ноябре 2021 года, а на полную мощность оно вышло в январе 2025 года.

Уйдя чуть в сторону, отметим, что «Казатомпром» долго и сложно выходил из непрофильных для себя активов в области редкоземельных металлов, фотоэлектрических пластин для СЭС и химии. Так, первый аукцион по продаже 40% в АО «Каустик» был объявлен в августе 2017 года, затем были еще несколько, но продал актив «Казатомпром» лишь в апреле 2023 года.

В итоге «Казатомпром» во второй половине 2010-х годов сосредоточился на урановом бизнесе и вышел в ноябре 2018 года на IPO, позиционируясь как уранодобывающая компания.

Второй подход

Времена меняются, появляются новые возможности. «Казатомпром» еще раз взялся за освоение

новых топливных переделов. Так, в настоящее время «Казатомпром» оценивает возможность внедрить на Ульбинский металлургический завод (УМЗ) технологию аффинажа урана, полученную от Самесо. «Казатомпром» ведет инвестиционный проект «Здание 600. Реконструкция. Аффинажное производство закиси-окиси урана мощностью 6000 тонн U в год». Проект прошел общественные слушания, идут различные экспертизы и изыскания. Предполагается, что новое предприятие заработает в 2026 году, а действующий на УМЗ аффинажный цех будет закрыт. Исходя из этого можно было бы говорить не об освоении нового передела, а о модернизации. Однако после нее предприятие сможет выпускать не только U_3O_8 , но и UO_3 . Он используется для изготовления топлива для тяжеловодных реакторов. Это означает, что в случае успеха «Казатомпром» выйдет на рынок, пусть и небольшой, но симпатичный — не паршивая овца, а упитанная овечка. Производство сборок для тяжеловодных реакторов налажено не только в Канаде, но и в Индии, Румынии, Южной Корее и Китае, где также работают тяжеловодные реакторы. Если Казахстан сможет предложить конкурентоспособную цену на UO_3 , а предпосылки для этого есть (более низкая себестоимость природного урана, операционные затраты и налоги), это сможет изменить положение дел на рынке тяжеловодного топлива.

Казахстан очень хочет организовать у себя обогащение урана. В ноябре 2023 года министр энергетики Казахстана Алмасадам Саткалиев заявил, что о конверсии и обогащении идут переговоры с Францией: «В настоящее время в соответствии с поручением главы государства рассматриваются возможности участия «Казатомпрома» в технологиях конверсии и обогащения урана. Компания Orano является одним из мировых лидеров, обладающих необходимыми технологиями. Соглашение, подписанное на уровне «Казатомпрома», предполагает продолжение сотрудничества с компанией Orano, в том числе по изучению возможности вхождения «Казатомпрома» и получению технологий по конверсии и обогащению урана» (цит. по sputnik.kz).

Заявление было сделано именно в контексте создания полной цепочки в ядерном топливном цикле: «Мы говорим о том, что Казахстану необходимо расширить присутствие в так называемом полном цикле переработки урана. У нас есть уникальные компетенции по добыче, по первичной переработке мы номер № 1 в мире, по поставке урана, по экспорту урана. У нас есть уникальные инженерные, научно-прикладные компетенции, связанные с работой Института ядерной физики и ядерного центра. У нас есть опыт эксплуатации самых современных реакторов средней мощности, БН-350, у нас есть действующие исследовательские реакторы. Выпадающим звеном в этой цепи является конверсия и обогащение урана», — отметил тогда Алмасадам Саткалиев.

Однако, как сообщил в ноябре 2024 года в интервью с главным исполнительным директором астанинской

фондовой биржи (Astana International Exchange) Асель Мукажановой гендиректор «Казатомпрома» Меиржан Юсупов, представители французской, российской и китайской сторон сослались на договор о нераспространении и практически неизбежный запрет национальных регуляторов на передачу обогащенных технологий.

Поэтому единственный возможный для «Казатомпрома» способ получить доступ к французским обогащенным мощностям — инвестировать в строительство новых мощностей французского обогащительного предприятия George Besse 2. В октябре 2023 года Orano одобрила инвестиции в €1,7 млрд на увеличение мощности предприятия с 7,5 млн EPP до 10 млн EPP.

В истории французского обогащения урана, правда, был пример неудачных инвестиций. Иран, акционер компании Eurodif Production, владеющей обогащительным заводом George Besse, столкнулся с большими проблемами при возврате своих инвестиций, а обогащенный уран не получил вовсе.

У Казахстана, конечно, не такая сложная репутация, как у Ирана. К тому же у Казахстана есть отличный аргумент в возможных спорах: СП «Катко» после того, как Orano потеряла доступ к урану из Нигера, стало одним из двух основных источников природного урана для компании. Поэтому потеря и даже просто приостановка работы «Катко» стали бы для Orano как минимум весьма болезненными. Поэтому можно предположить, что, если решение о казахстанских инвестициях во французское обогащение урана будет принято, результат окажется благополучным для обеих сторон, если, конечно, они договорятся о цене. Это может быть непросто, поскольку «Казатомпром» давно покупает обогащенный уран у «Росатома», и ценовое преимущество, как можно предположить, останется у России.

Любопытно, что в ноябре 2024 года «Казатомпром» и Orano Group подписали меморандум о взаимопонимании и сотрудничестве в сфере образования и подготовки кадров для атомной отрасли. Документ предусматривает стажировки и обучение специалистов «Казатомпрома» и Ульбинского металлургического завода на предприятиях Orano, в том числе конверсионных. Таким образом, у «Казатомпрома» конверсионная технология от Самесо, а стажироваться сотрудники УМЗ, как предполагается, будут на предприятиях Orano.

Что это значит в контексте появления у Казахстана конверсионного передела, пока непонятно. Но для сравнения отметим, что французской Areva/Orano потребовалось 11 лет (с 2007 по 2018 год) вместо планируемых 6 для запуска модернизированного конверсионного завода Philippe Coste в Трикастене в рамках проекта Comurhex II. Площадка в Мальвези, где производится промежуточный продукт — сырье для Трикастена, судя по отсутствию новостей, так и не была модернизирована.

Некоторые выводы

Самесо и «Казатомпром» стремятся получить доступ к новым топливным переделам. Как показала история, проще всего получить доступ к фабрикации: «Казатомпром» построил, Самесо купила.

Обе компании хотят больше. «Поскольку урановая промышленность перезагружается... мы рассчитываем на наши инвестиции в Westinghouse и другие возможности топливного цикла, такие как GLE, которые могут дать нам еще большую известность», — заявил старший вице-президент, исполнительный директор по правовым вопросам и корпоративный секретарь Самесо Шон Куинн на горнорудной конференции PDAC в марте 2025 года. Об этом же, но более сдержанно на той же конференции заявил главный директор по стратегии и международному развитию «Казатомпрома» Дастан Кошербаев: «Проекты по конверсии и обогащению могут оказаться прибыльными. Конечно, мы хотели бы расширить объемы производства в этих областях, но не любой ценой».

Главная проблема в выстраивании полной технологической цепочки в ядерном топливном цикле по-прежнему обогащение. И можно предположить, что в ближайшем будущем число стран, владеющих обогащенными мощностями, не вырастет. Даже если «Казатомпром» и Самесо смогут тем или иным способом получить к ним юридический доступ, физически производственные площадки будут находиться в других странах (Франции и США).

Более того, появление новых обогащительных линий у Urenco и Orano в США и Европе уменьшает шансы их появления в других странах, потому что рынок ядерного топлива не сможет обеспечить им коммерческий спрос. Успех, особенно коммерческий, лазерной технологии пока видится маловероятным.

Если «Казатомпром» построит аффинажное производство по канадской технологии, он, возможно, в перспективе станет конкурентом Самесо на рынке поставок сырья для топлива для тяжеловодных реакторов.

В тяжеловодном сегменте для Самесо, по-видимому, значимого роста не будет: реакторы на тяжелой воде строит только Индия, которая сама обеспечивает себя топливом. Построит ли «Казатомпром» собственные конверсионные мощности по технологии Самесо, сказать сложно, так как последние 18 лет показали, что «черные лебеди» всех возможных видов стали постоянными спутниками нашей жизни.

Если Westinghouse запустит (или перезапустит) конверсионные линии, GLE — лазерное обогащение, а «Казатомпром» — конверсию в Казахстане, в мире появится три новых конверсионных предприятия, так что перепроизводство в этом сегменте будет гарантированным. Однако все три эти проекта выглядят проблематичными, поэтому, вероятно, все останется как есть.

Тайны урана

Пять ошеломляющих фактов и гипотез

Российский геолог Владимир Печенкин написал книгу, в которой он рассказывает об истории «жизни» урана на нашей планете,— «Рожденный жизнью. Уран: от атома до месторождения». Непрофессиональной аудитории известна только современная ее часть — использование урана в ядерном оружии, атомной энергетике. Автор же,

изучивший массу источников, приходит к выводу, что появление урановых месторождений объясняется не только геологическими процессами, а прямо связано с деятельностью живых организмов. Приводим цитаты и краткий пересказ самых удивительных фактов и гипотез, представленных в книге.

1. Уран пришел из черной дыры

«Сегодня принято считать, что все элементы тяжелее железа, в том числе уран, возникли в результате взрывов сверхновых. Но недавние изыскания специалистов в этой области предполагают более экзотические процессы. Ученые считают, что здесь замешаны так называемые примордиальные черные дыры — небольшие аналоги «обычных» черных дыр звездной массы, возникавшие в первые мгновения жизни Вселенной из особо плотных скоплений темной материи. Они обладали в том числе способностью проникать внутрь более крупных объектов, не разрывая их на части, как это делают обычные черные дыры.

При столкновении с пульсаром примордиальная черная дыра буквально «выедает» его изнутри. В соответствии с законами физики, уменьшение радиуса приводит к резкому возрастанию скорости вращения пульсара, да так, что от него начинают отлетать «ошметки». Материя нейтронной звезды, обладающая сверхвысокой плотностью и полностью состоящая из нейтронов, после подобного «катапультирования» становится нестабильной и превращается в «обычную» материю, при этом рождаются атомы тяжелых элементов. Именно тогда в космосе появился и уран».

2. Изотопа ^{235}U становится все меньше

«В природе существует несколько изотопов урана, важнейшими являются ^{238}U и ^{235}U . Первого на Земле примерно 99,3%, а второго — какие-то несчастные 0,7%. Они отличаются временем распада. Период полураспада ^{238}U составляет 4,5 млрд лет, а ^{235}U — 700 млн лет. То есть за 4,5 млрд лет количество ^{238}U уменьшилось на Земле в два раза, а ^{235}U уменьшается вполтину каждые 700 млн лет. Простые арифметические подсчеты показывают, что за те же 4,5 млрд лет

количество изотопа ^{235}U сократилось почти в 70 раз». Радиоактивные изотопы могут даже «вымирать». «В журнале Science в октябре 2004 года была опубликована статья американских геологов, в которой приводились доказательства былого наличия ^{244}Pu в исследованных цирконах. Этот ныне потухший изотоп имел период полураспада всего 82 млн лет и «вымер» в течение первых 600 млн лет после образования Земли».

3. Бактерии питались урановыми «леденцами»

«Сегодня общеизвестно, что органический углерод является биокатализатором урана и способен мобилизовать и иммобилизовать его посредством осаждения, биосорбции, внутриклеточного накопления, биотрансформации и даже хелатирования. Но на Витватерсранде (золотоурановое месторождение в ЮАР.— *Примеч. ред.*) микроорганизмы действовали совсем уж невообразимым образом. По наблюдениям Жоржетты Смит, органическое вещество «рассасывает» (resorption) и «переваривает» (digestion) зерна

уранинита. Заселяясь на поверхности уранового минерала, микроорганизмы вдоль микротрещин проникают в зерна, прокладывая себе путь так же, как сегодня корни растений разламывают камни и, в конце концов, растирают зерна уранинита до размера 5–7 нм. Живое вещество, обрастая вокруг отдельных микрозерен, определяет строение формирующегося мата, являясь по существу симбиозом урана и микроорганизмов. Образующийся тухолит — яркий пример биогенного минерала».

4. Микроводоросли, возможно, первыми запустили ядерный реактор

«В Габоне выявлено 17 природных реакторов на месторождениях Окло, Окелобондо и Бангомбе. Испанские ученые из университета Комплутенсе предположили, что их работе способствовали живые организмы. Изучая микроводоросли Chlorophyta из отстойников и очистных сооружений на объектах отработки урановых руд в районе Саламанки (Испания), они обнаружили, что в экосистеме, где содержание урана в воде в 700–800 раз превышает предельно допустимые концентрации, 1 г высушенной биомассы Chlorophyta содержит 115 мг урана. При сравнении изотопного состава оказалось, что содержание ^{235}U в микроводорослях на 3,5% выше, чем в окружающих водах отстойника. То есть водоросли не просто накапливают уран, а производят его обогащение, предпочитая более активный изотоп. Похожим образом действовали бактерии на месторождении Витватерсранд, препарировавшие уранинит ради изотопа ^{235}U . Отсюда гипотеза, что именно микроорганизмы могли запустить процесс ядерного деления на месторождениях в Габоне: у них было 300 млн лет,

чтобы обогатить руду на отдельных участках месторождения и накопить критическую массу ^{235}U .

Реакторы работали пульсационно, подобно современным гейзерам: когда проницаемый горизонт наполнялся грунтовыми водами, реактор включался минут на 30, за это время вода выкипала и реакция приостанавливалась. В течение следующих 2,5 часов новые порции воды опять заполняли пористый песчаник, и деление урана возобновлялось. И так изо дня в день. По разным оценкам, реакторы работали от 150 тыс. до 600 тыс. лет. За это время выгорело около 5 тонн ^{235}U и образовалось свыше 1400 кг изотопов плутония, который не «дожил» до наших дней и самоликвидировался. Ориентировочно реакторы района Окло выделили в пространство 15 тыс. мегаватт-лет тепловой энергии, а их «рабочая» мощность оценивается в 25–100 кВт·ч, что достаточно для одновременной работы нескольких десятков современных электрочайников или пылесосов».

5. Природные ядерные реакторы, возможно, связаны с появлением митохондрий

«Время действия природных ядерных реакторов (1,8 млрд лет назад) удивительным образом совпадает с возникновением совершенно нового типа внутриклеточного строения организмов. Именно на этом коротком временном промежутке развития планеты клетки обзавелись митохондриями — собственными источниками энергии. Это привело к радикальному перелому жизни на планете — появлению эукариотической клетки с ядром внутри. По мнению российского биолога и палеонтолога Александра Маркова, это

важнейшее событие в истории Земли после возникновения Жизни на ней. Биосфере понадобилось 200 млн лет эволюции, чтобы адекватно отреагировать на кислородное отравление атмосферы, и не исключено, что ядерные реакторы внесли в этот процесс свой вклад. Могли ли в этот период работать на Земле другие природные реакторы? Вполне! Месторождения, подобные Окло, по-видимому, были не такой редкостью. Но Природа не сохранила их, в очередной раз начав перемешивать континенты».

Жарче, солнечнее, зеленее

Доля мирового производства электроэнергии с использованием чистых источников в 2024 году превысила 40%

Международный аналитический центр **Ember** 8 апреля 2025 года представил очередной годовой обзор тенденций мировой электроэнергетики на основе данных из 215 стран, включая данные за 2024 год для 88 стран, представляющих 93% мирового спроса на электроэнергию, и оценки на 2024 год для всех остальных стран. Приводим основные выводы исследования.

Электричество «зеленеет»

В 2024 году производство из всех низкоуглеродных источников энергии (ВИЭ и АЭС) превысило 40% мирового производства электроэнергии впервые с 1940-х годов. Возобновляемые источники энергии добавили рекордные 858 ТВт·ч к глобальной генерации, что на 49% больше предыдущего рекорда в 577 ТВт·ч, установленного в 2022 году. Рекордный рост возобновляемых источников энергии

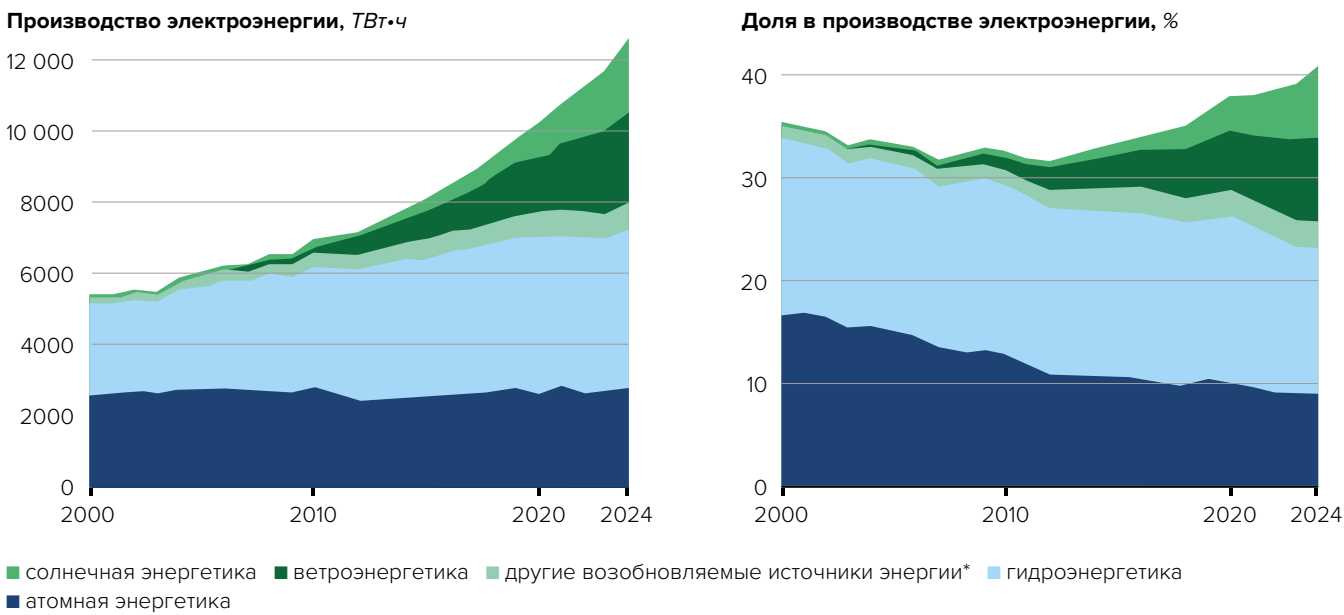
в сочетании с небольшим ростом ядерной энергетики (на 69 ТВт·ч) привел к тому, что доля низкоуглеродной электроэнергии достигла 40,9% (12 609 ТВт·ч) в 2024 году по сравнению с 39,4% в 2023 году.

Гидроэнергетика оставалась крупнейшим источником низкоуглеродной электроэнергии (14,3%), за ней следовала ядерная (9,0%), а ветровая (8,1%) и солнечная (6,9%) быстро набирали обороты и вместе обогнали гидроэнергетику.

Солнце ставит рекорды

Солнечная энергия стала двигателем глобального энергетического перехода: как выработка электроэнергии солнечными электростанциями, так и ввод новых мощностей СЭС установили в 2024 году новые рекорды. Солнечная генерация сохранила высокие темпы роста, удвоившись за последние три года и добавив к мировой выработке больше электроэнергии, чем любой другой источник за этот период.

Производство электроэнергии с использованием низкоуглеродных источников в 2024 году



*Другие возобновляемые источники энергии включают биоэнергию, геотермальную энергию, энергию приливов и волн
Источник: Ember

Цифры

80 стран

произвели в 2024 году более 50% своей электроэнергии из чистых источников, в том числе 47 стран, в которых эта доля превысила 75%

Глобальная генерация энергии солнечными электростанциями в 2024 году превысила 2000 ТВт·ч. Солнечная энергетика стала крупнейшим источником общего прироста генерации в мире третий год подряд (+474 ТВт·ч) и самым быстрорастущим источником электроэнергии (+29%) двадцатый год подряд. Более половины (53%) прироста солнечной генерации в 2024 году пришлось на Китай, при этом рост чистой генерации Китая покрыл 81% прироста спроса. Благодаря быстрым темпам роста мировой солнечной энергетики 2024 год установил и новый рекорд по вводу мощностей СЭС за один год — более чем в два раза больше по сравнению с 2022 годом. Глобальная мощность солнечной энергетики составила 1 ТВт в 2022 году после десятилетий роста, но достигла 2 ТВт всего два года спустя!

Жара рождает спрос

Спрос на электроэнергию в 2024 году значительно вырос по сравнению с 2023-м, опередив рост выработки чистой электроэнергии. Росту мирового спроса значительно способствует расширение энергоемких секторов, таких как ИИ, центры обработки данных, электромобили и тепловые насосы. Однако основной причиной было увеличение использования кондиционеров во время волн тепла (это климатическое явление, при котором температура воздуха превышает положенную для данного сезона норму на определенной территории в течение определенного периода времени, обычно семи и более дней подряд. — *Примеч. ред.*). Этим объясняется почти весь небольшой прирост генерации с использованием ископаемых источников.

Периоды более высоких температур вокруг населенных пунктов привели к росту спроса на кондиционирование в 2024 году по сравнению с 2023 годом. Это добавило 0,7% (+208 ТВт·ч) к мировому спросу на электроэнергию, который вырос намного больше (+4,0%), чем в 2023 году (+2,6%). При этом генерация с использованием ископаемого топлива увеличилась на 1,4%, а выбросы мирового энергетического сектора выросли на 1,6% и достигли нового исторического максимума в 14,6 млрд тонн CO₂.

По данным Ember, без волн тепла генерация с использованием ископаемого топлива выросла бы всего на 0,2%, поскольку чистая генерация электроэнергии покрыла 96% роста спроса, не вызванного более высокими температурами. Рост мировой генерации с использованием ископаемого топлива в 2024 году (+245 ТВт·ч) был практически идентичен показателю 2023 года (+246 ТВт·ч), несмотря на существенную разницу в темпах роста спроса.

Чистые технологии становятся движущей силой экономического развития

Согласно прогнозам Ember, в мировой энергосистеме в оставшуюся часть десятилетия будут доминировать две мегатенденции: быстрый рост доли солнечной

генерации в электроэнергетическом балансе и устойчивый рост спроса на электроэнергию, поскольку электричество заменяет другие формы энергии, питающие глобальную экономику. Признаки этого уже налицо: солнечная энергия была крупнейшим источником новой электроэнергии за последние три года, а новые драйверы спроса, такие как электромобили, тепловые насосы и центры обработки данных, вносят 0,7% в годовой рост спроса (это более чем в два раза больше, чем пять лет назад).

Аналитики Ember считают, что поскольку человечество достигает переломного момента, когда все более быстрый рост чистой генерации опережает структурный рост спроса, изменения в генерации с использованием ископаемого топлива в краткосрочной перспективе будут определяться колебаниями погоды, как это было видно в 2024 году из-за последствий волн тепла. Несмотря на это, остается очевидным, что рост чистой генерации и внедрение гибких технологий, таких как аккумуляторные батареи, снизят зависимость электроэнергетики от ископаемого топлива в ближайшие годы даже при более быстром росте мирового спроса.

По оценкам Ember, даже если спрос на электроэнергию будет расти на 4,1% в год до 2030 года, что превышает текущие ожидания, рост чистой генерации будет достаточно быстрым, чтобы идти в ногу с этими потребностями. Динамика в крупнейших развивающихся экономиках мира будет играть решающую роль. Китай и Индия движутся к будущему росту спроса, основанного на чистой электроэнергии, помогая сместить баланс в сторону снижения генерации с использованием ископаемого топлива на глобальном уровне.

«Более жаркая погода привела к росту ископаемого производства в 2024 году, но мы вряд ли увидим подобный скачок в 2025 году. Мир наблюдает за тем, как такие технологии, как ИИ и электромобили, будут стимулировать спрос на электроэнергию. Очевидно, что бурно развивающиеся солнечная и ветровая энергетика легко справятся с поставленной задачей, и те, кто ожидает, что генерация с использованием ископаемого топлива продолжит расти, будут разочарованы. Чистые технологии, а не ископаемое топливо теперь являются движущей силой экономического развития. Эра роста использования ископаемого топлива подходит к концу даже в мире быстрорастущего спроса», — оптимистично прогнозирует Фил Макдональд, управляющий директор Ember.



Другими глазами

Как популяризаторы из сети ИЦАЭ формируют новый взгляд на профессию инженера

По данным социологов, большинство граждан нашей страны считают профессию инженера престижной. А Министерство науки и высшего образования РФ в последние несколько лет фиксирует стабильный приток желающих проходить обучение по программам в области образования «Инженерное дело, технологии и технические науки». Почему же тогда крупные корпорации продолжают называть дефицит инженерных кадров одним из главных вызовов ближайшего десятилетия? Специалисты полагают, что все дело в недостаточной популяризации этих профессий. О том, как эта проблема видится глазами популяризаторов из ИЦАЭ,— наш материал.

Согласно опросу ВЦИОМ, опубликованному в начале 2025 года, престижной работу инженера считают 64% респондентов. Это на 8 п. п. меньше, чем годом ранее, хотя и почти в три раза больше, чем 10 лет назад.

Цифры эти в целом коррелируют с имеющимися в распоряжении Минобрнауки. По данным ведомства, число принятых на обучение по программам в области образования «Инженерное дело, технологии и технические науки» выросло с 341,7 тыс. человек в 2020 году до 412 тыс. человек в 2024 году, или более чем на четверть.

И все же, по общему мнению, ситуация далека от идеальной. Почти треть участвовавших в опросе ВЦИОМ, или 29%, на вопрос о престижности профессии инженера ответили однозначно отрицательно. Да и среди тех, кто в целом готов был бы связать свою

жизнь с этой специальностью, существуют опасения в квалификации педагогов и достаточной технической оснащенности образовательных центров. А 58% опрошенных и вовсе полагают, что изучать инженерные дисциплины попросту «сложно».

Соппротивление материала

Именно решая проблему, связанную с представлениями людей о сложности инженерных знаний, сотрудники ИЦАЭ Челябинска и ЮУрГУ придумали один из самых необычных просветительских форматов сети — «Сопромат для чайников». Сопромат, или сопротивление материалов,— раздел механики твердого тела, изучающий напряжения и деформации, методы расчета элементов конструкции на прочность, жесткость и устойчивость. А еще в студенческом фольклоре — синоним учебной дисциплины, сдать которую с первого раза практически невозможно.

«У истоков проекта стоял тогда молодой инженер — студент, а затем аспирант и преподаватель, ныне заведующий кафедрой «Техническая механика» Южно-Уральского государственного университета Павел Тараненко,— рассказывает Лариса Матвеева, руководитель ИЦАЭ Челябинска. — У него был личный мотив — искать новых абитуриентов для своей кафедры «Динамика и прочность машин и механизмов» ЮУрГУ, предмет которой не без основания считался крайне сложным. И поскольку штурмующих кафедру толп не наблюдалось, Павел справедливо решил, что будущих инженеров-прочнистов нужно готовить загодя, на этапе начальной школы».

Сама же идея «Сопромата для чайников» появилась у Ларисы Матвеевой за несколько лет до этого. «Я много общалась с преподавателями и студентами кафедры ПМ и ДПМ ЮУрГУ. У ученых есть такая забава — «пятничный эксперимент», когда в конце рабочей недели они в буквальном смысле дурачатся и проводят заведомо несерьезные исследования. Так, кстати, открыли графен, за который потом наш соотечественник Константин Новоселов получил Нобелевскую премию. Одним словом, традиция почетная»,— рассказывает она.

Знакомые Ларисы Матвеевой из ЮУрГУ развлекались тем, что делали конструкции из бальзового дерева — из палочек толщиной со спичку и весом не более 15 г. Но при этом задача состояла в том, чтобы они выдерживали значительную нагрузку. Испытания на прочность проводились при помощи блинов от штанги, суммарный вес которых порой доходил до нескольких сотен килограммов.

Идея очень понравилась Ларисе Матвеевой, но бальза мало того что достаточно дорогое удовольствие, так и обрабатывать ее очень сложно. Поэтому вместе с Павлом Тараненко они начали думать над использованием более простых и доступных материалов.

«Первый наш «Сопромат для чайников» начался с задачи на возведение башни из макарон, на вершине

которой удерживается маршмеллоу. Дальше — больше: мы стали искать новые простые материалы для наших экспериментов и очень быстро остановились на бумаге. С одной стороны, она всегда есть под рукой, а с другой — это буквально синоним хрупкости»,— рассказывает директор ИЦАЭ Челябинска.

Позже к команде «Сопромата для чайников» присоединились еще несколько студентов старших курсов ЮУрГУ, которые потом стали аспирантами. И постепенно проект приобрел его современный облик. В качестве материалов используются и макароны, и бумага, и пластиковые трубочки для коктейля, из которых участники вместе с модераторами сооружают самые разные объекты — от столов и стульев до макетов мостов и небоскребов. «На самом деле за годы сотрудничества с ребятами у нас сложился достаточно интересный творческий тандем. Иногда они подкидывают идеи новых объектов. Иногда я прихожу к ним с предложением: давайте сделаем задачку, которая будет связана, например, с авиацией. Потому что нас пригласили провести мероприятие в лагере для детей сотрудников авиастроительной компании»,— говорит Лариса Матвеева.

Этот пример показывает, что даже такой сложный раздел физики, как сопромат, можно объяснить очень просто и, главное, увлекательно. «"Сопромат для чайников" использует эвристический метод обучения. Таким образом, методом проб и ошибок, на кончиках пальцев физические законы действительно доходят до людей любого возраста»,— полагает Лариса Матвеева.

Инженер глазами школьника

На сегодняшний день «Сопромат для чайников» — один из наиболее востребованных форматов ИЦАЭ, нацеленных на популяризацию инженерных специальностей. Но далеко не единственный. Для старших школьников много лет проводится серия просветительских встреч под общим наименованием «Проф-примерка», в ходе которых посетители центров имеют возможность познакомиться с той или иной специальностью буквально из первых рук.

«Гостями «Профпримерки» выступают самые разные специалисты: ученые и инженеры, моряки и летчики, сотрудники атомных электростанций и изобретатели. Но нам показалось, что ценность таких встреч существенно вырастет, если к их подготовке и проведению мы подключим представителя той аудитории, на которую они рассчитаны»,— отмечает Лариса Матвеева. Сотрудники ИЦАЭ исходили из простой мысли: школьников, которые еще не определились со своей будущей специальностью, могут заинтересовать такие вопросы, которые взрослым просто в голову не придут.

Так, ведущим челябинской «Профпримерки» стала Мария Жукова, ученица 11-го класса МБОУ «Лицей № 11 г. Челябинска». По ее словам, о проекте ИЦАЭ она узнала случайно. «Я состояла в редколлегии

ИЦАЭ	На фото
Мария Жукова, ученица 11-го класса МБОУ «Лицей №11 г. Челябинска» — ведущая просветительских встреч «Профпримерка»	



школьной газеты, и наша руководительница однажды скинула предложение поучаствовать в качестве ведущего в новом формате. У меня такой девиз по жизни: нужно всем возможностям говорить «да». Так я пришла на первую "Профпримерку",— рассказывает Мария.

«Не могу сказать, что активно участвую в приглашении гостей: у меня пока нет таких знакомств, поэтому и предлагать людей мне сложно. Впрочем, я могу высказывать свое мнение, и к нему даже прислушиваются. Например, гостем последней «Профпримерки» был режиссер Матвей Шолохов, который снимает документальные фильмы, профориентационные по своему содержанию. Можно сказать, что в его приглашении я тоже участвовала»,— рассказывает Мария Жукова.

К процессу подготовки Мария подходит ответственно: «Я изучаю материалы, которые мне присылают из ИЦАЭ, читаю статьи в интернете, смотрю ролики. Например, к нам на «Профпримерку» приходил известный биолог Илья Гомыранов. Пришлось посмотреть некоторые из его лекций. После этого готовлю список вопросов. Они могут быть самые разные. Есть набор обязательных биографических вопросов. Есть и такие, которые на первый взгляд никак не относятся к работе, например про любимые книги, места для отдыха, домашних животных, но они помогают раскрыть человека. Что касается непосредственно профессиональной деятельности, то я всегда пытаюсь зацепиться за необычный факт. Например, я знаю, что у киношников есть такая интересная традиция разбивать тарелку перед началом съемок. Поэтому прошу рассказать о том, откуда эта традиция появилась».

Свою задачу юный популяризатор видит в том, чтобы у эксперта и аудитории «сложился коннект». «Часто бывает так: у школьника, который приходит послушать представителя той или иной профессии, уже

сложилось стереотипное представление о ней, ему как будто все понятно, и он не знает, о чем спрашивать. У нас в гостях был инженер, который занимается тестированием различных систем на прочность и износ, и я видела, как в процессе рассказа о его работе, о конкретных примерах аудитория буквально оживала. Моя работа — вытащить такие детали, обратить на них внимание»,— объясняет Мария Жукова.

Проблема стереотипов, по наблюдению самой Марии, сложнее и важнее, чем кажется: «Мы вас не понимаем. Я тоже не сразу разобралась, в чем причина. Я росла на примерах профессий из советских книжек и журналов. И там они представлены такими, какими они были 20 и больше лет назад. Чтобы стать инженером, нужно много учиться, и в результате ты попадешь на завод. Я понимаю, что для поколения моих родителей (и уж точно для поколения родителей моих родителей) профессия инженера — это социальный лифт, завод — престижное место работы со стабильной зарплатой, социальными гарантиями, ведомственной поликлиникой, детским садом, школой. Это тот образ профессии, образ твоего будущего в профессии, который был важен и нужен тогда и потерял свою актуальность сейчас. Изменилась сама работа инженера, изменился карьерный трек, изменились представления нашего поколения о том, что самое привлекательное в этой работе».

Прямая речь



Лариса Матвеева

Руководитель ИЦАЭ Челябинска:

— Гостями «Профпримерки» выступают самые разные специалисты: ученые и инженеры, моряки и летчики, сотрудники атомных электростанций и изобретатели. Но нам показалось, что ценность таких встреч существенно вырастет, если к их подготовке и проведению мы подключим представителя той аудитории, на которую они рассчитаны.

Прямая речь



Евгений Ратц

Инженер-проектировщик Инжинирингового дивизиона «Росатома»:

— Меня, как инженера, не надо убеждать в красоте инженерных решений. Другое дело — посмотреть на хорошо знакомые мне объекты через другую оптику — глазами художника. Это крайне интересный и полезный опыт. И если где-то и пытаться искать источник нового языка, то именно в таких проектах.

По мнению Евгения Ратца, результат таких проектов Science Art, как «Инжиниринг как искусство», не исчерпывается только лишь созданием эффектных арт-объектов. Куда важнее сам процесс взаимодействия между такими разными мирами, как наука и искусство, на стыке которых рождается новый выразительный язык, помогающий взглянуть по-новому на привычные вещи. «Меня, как инженера, не надо убеждать в красоте инженерных решений. Другое дело — посмотреть на хорошо знакомые мне объекты через другую оптику — глазами художника. Это крайне интересный и полезный опыт. И если где-то и пытаться искать источник нового языка, то именно в таких проектах»,— отмечает Евгений Ратц.

На фото

Арт-объект техно-арт-хронометр «Опережая время» на выставке «Инжиниринг как искусство» в Нижнем Новгороде



Удалось ли найти нужные слова и образы Марии Жуковой и коллективу ИЦАЭ Челябинска, чтобы увлечь инженерией умы школьников, судить пока сложно. Но на выбор профессии самой ведущей «Профпримерки» участие в проекте повлияло.

«У меня никогда не было сомнений, что так или иначе моя жизнь будет связана с техническими специальностями. Однако раньше я думала, что это будет программирование или информационные технологии. Но после «Профпримерки» и общения с десятками специалистов из самых разных областей захотелось оставить материальный след. Поэтому сейчас склоняюсь к чему-то более прикладному, например робототехнике, где нужно работать и мозгами, и руками»,— говорит Мария Жукова.

Инжиниринг как искусство

Получается, что отсутствие общего языка, общих образов, которые лежат в его основе, а вовсе не сложность предмета — главный вызов современных коммуникаторов в попытке достучаться до молодого поколения. Опириуя знакомыми и понятными нам паттернами, мы часто забываем, что изменился не только мир, но и способы общения. Так, может, «отцы и дети» обречены разговаривать на разных языках, плохо слыша и понимая друг друга?

«Совсем нет»,— убежден инженер-проектировщик Инжинирингового дивизиона «Росатома» Евгений Ратц. Хотя и признает, что коммуникационный барьер существует и даже он, молодой специалист, зачастую ловит себя на мысли, в сколь разных мирах обитают он и его студенты.

Евгений Ратц был одним из членов авторского коллектива техно-арт-выставки, посвященной инновациям, «Инжиниринг как искусство», которую сотрудники ИЦАЭ при поддержке Инжинирингового дивизиона «Росатома» провели в Нижнем Новгороде несколько лет назад. Вместе с культовым художником-графиком, дизайнером Игорем Гуровичем Евгений Ратц работал над центральным экспонатом выставки — арт-объектом техно-арт-хронометр «Опережая время», который с легкой руки журналистов стал известен как «Атомные часы».

Именно этот опыт взаимодействия с людьми искусства убедил Евгения, что диалог «физиков и лириков» не только возможен, но и необходим. «Мои коллеги из Инжинирингового дивизиона «Росатома», с которыми мы работали на проекте, и дизайнер Игорь Гурович — люди из абсолютно разных сред. Он, как художник, решал свою задачу: посмотреть, насколько инженерные идеи могут быть интегрированы в городское пространство и превратиться, по его выражению, в entertainment. Мы же старались привнести в проект самые современные технологии и решения. Но, несмотря на то что мы общались и думали совершенно по-разному, мы прекрасно понимали и дополняли идеи друг друга»,— вспоминает Евгений.

Особое мнение



Текст: Федор Буйновский, обозреватель «Вестника атомпрома»

Иллюстрация: Midjourney

В эпоху перемен

Запад движется к более воинственной форме меркантилизма, чем это было ранее

Меркантилизм — это одна из старейших концепций в истории экономики. В ее основе — контроль государства за оборотом драгоценных металлов, которые тогда играли роль денег. Само слово происходит от латинского mercari, что переводится как «торговать».

Экономические модели на разных этапах истории

Меркантилизм как систему экономических доктрин можно разделить на три этапа.

Ранний меркантилизм. Меркантилизм начал развиваться во времена Великих географических открытий. Огромные потоки золота, хлынувшие в Европу после конкисты, привели к переменам. Страны Старого Света начали делить между собой награбленные богатства, используя как военные,

так и экономические методы. На этом фоне расцвел ранний меркантилизм. Он концентрировался не на производстве, а на распределении богатств. Но в общественной мысли уже появилась концепция того, что необходимо наращивать внешнюю торговлю и аккумулировать капитал внутри страны, а не вывозить его. В это время появляется теория денежного баланса, согласно которой государство должно устанавливать высокие цены на экспорт и ограничивать импорт. Такие меры были призваны увеличить количество капитала в стране.

Поздний меркантилизм. Ранний меркантилизм требовал жестких ограничений на импорт, что не всегда было удобно для торговцев. К тому же он концентрировался на увеличении количества денег, а не на наращивании средств производства. Позже на смену «денежной» теории пришла теория торгового баланса. Она гласила: государство должно экспортировать товаров на большую сумму, чем импортирует. Отправлять на экспорт выгоднее готовые изделия, так как это развивает промышленность и дает работу гражданам. А вот дешевое сырье, наоборот, лучше импортировать из других стран.

Государственный меркантилизм. С конца XVIII века меркантилизм стал господствующей экономической идеологией, которую власти активно продвигали. Меркантилизм в политике предполагал протекционизм: на иностранные товары накладывали пошлины, чтобы защитить внутреннего производителя от конкуренции. Такие меры не допускали свободной торговли, которая могла привести к деградации собственной пока не развитой промышленности.

Вслед за меркантилизмом появлялись различные экономические доктрины: физиократия, классическая экономическая теория Адама Смита, марксизм, неоклассическая экономическая теория и маржинализм, австрийская экономическая школа и кейнсианство, неокейнсианство и монетаризм, институционализм и мейнстрим.

«Однако какими бы современными и либеральными ни были экономические модели, современный мир диктует логику возвращения к жесткой



Справка

Бранко Миланович — сербско-американский экономист, специалист по неравенству доходов и глобализации. Доктор философии (1987 г.), профессор Городского университета Нью-Йорка (с 2014 г.), ведущий экономист Всемирного банка, в котором проработал более 20 лет. Лауреат премии Леонтьева за расширение границ экономической мысли (2018 г.). Его книга «Глобальное неравенство», переведенная на 16 языков, стала мировым бестселлером.

протекционистской политике»,— считает сербско-американский экономист Бранко Миланович.

«Поддержание неолиберальной глобализации означает обеспечение конечного доминирования Китая. Это подтолкнуло Запад к меркантилизму и более радикальной (воинственной) позиции, которая рассматривает мир как место с ограниченными ресурсами, поэтому “если больше для Китая, то меньше для нас”»,— заявил Бранко Миланович в программной статье.

Что дальше

Бранко Миланович считает, что эпоха неолиберальной глобализации подходит к концу. Гораздо менее ясно, какую международную и внутреннюю систему унаследует неолиберализм. «В ближайшем будущем появится много кандидатов, поскольку, перефразируя известного бейсболиста Йоги Берру, трудно делать прогнозы, особенно относительно будущего»,— отмечает он.

Миланович считает, что в отличие от XVIII века, времени меркантилизма, сейчас объективных естественных причин для перехода к меркантилизму нет. Но есть причины идеологические.

«Нынешний переход от свободной торговли к меркантилизму и восприятию торговли как игры с нулевой суммой не обусловлен какими-либо видимыми изменениями в доступности природных ресурсов. За последние пять-семь лет мир не обнаружил внезапно, что в физическом смысле «всем не хватит сырья». Он открыл это скорее в идеологическом смысле. Почему?» — задает вопрос Миланович. И отвечает на него: «Я утверждаю, что переход к меркантилизму произошел не из-за осознания надвигающейся нехватки реальных ресурсов, а из-за подъема Китая и Азии в целом. Подъем Китая, нового и крупного игрока на международной арене, чья политическая система отличается от западной, создает гегемонистскую проблему. Поддержание неолиберальной глобализации в том виде, в котором она существовала до сих пор,— Запад это понял — означает обеспечение окончательного доминирования Китая».

Эволюция обусловлена не реальным, физическим изменением количества ресурсов, а старомодной стратегической борьбой за мировое господство. Причины перехода к меркантилизму не объективные и физические, а политические. Миланович прогнозирует, что новый меркантилизм, как и прежде, будет включать в себя определенные признаки, и перечисляет их. «Меркантилизм подразумевает: (1) контроль над средствами транспортировки товаров, что как в прошлом, так и в настоящее время означает контроль над океанами и морскими путями, (2) тенденцию к вертикальной интеграции производства и торговли, что подразумевает монополию и монопонию, (3) борьбу за землю либо как за источник сырья и продовольствия (особенно когда укореняются мальгузианские идеологии), либо как за землю

в форме портов и перевалочных пунктов для дополнения морской мощи. Это создает общую атмосферу «ни войны, ни мира». Войны, можно сказать, будут идти везде, но без горячей фазы»,— поясняет Бранко Миланович.

Гегемонизм и меркантилизм

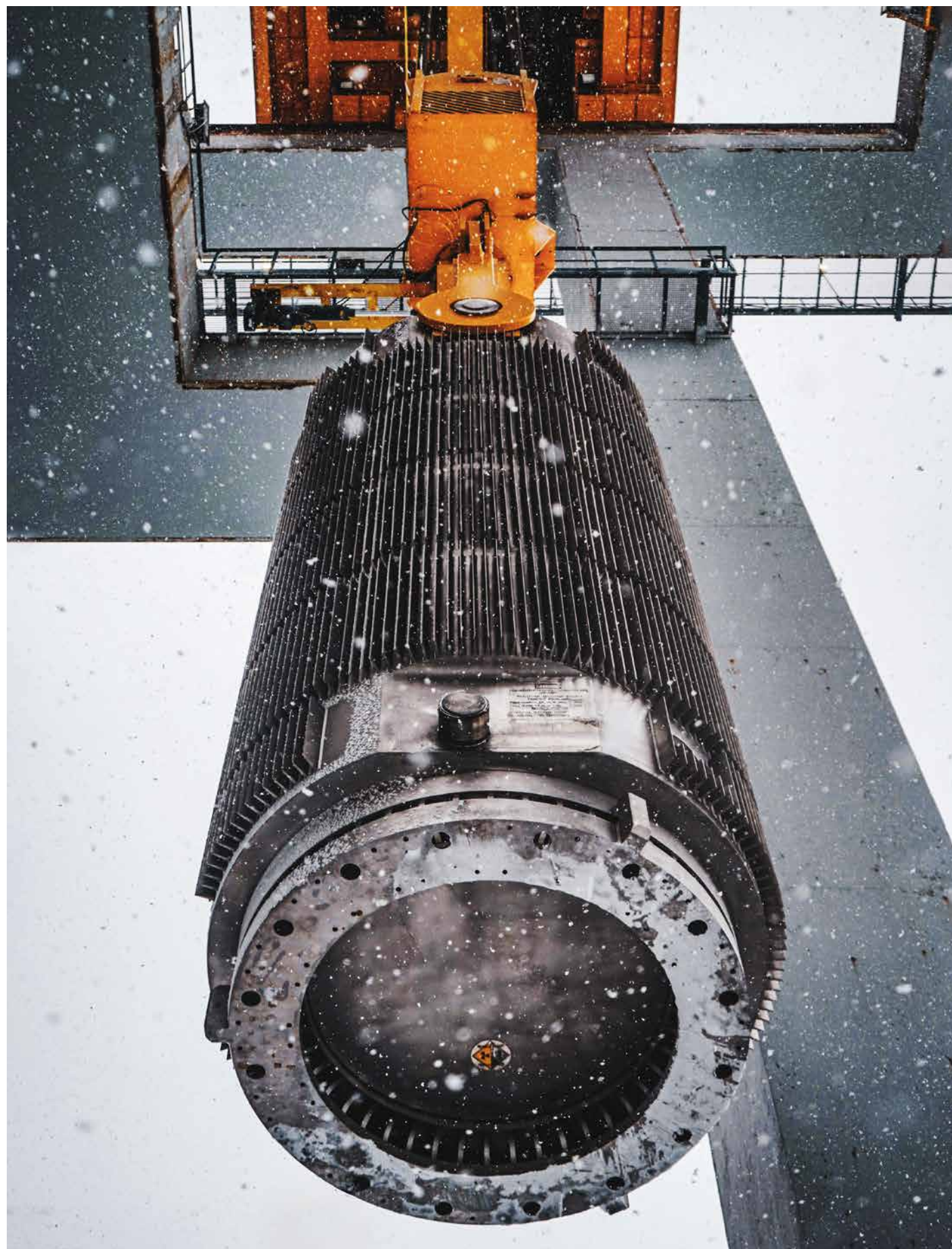
Так называемая гегемонистская проблема давно находится в фокусе внимания экономистов. Джованни Арриги, экономист, социолог, один из ярчайших представителей мир-системного анализа — учения, изучающего процессы становления стран-гегемонов,— в своей книге «Адам Смит в Пекине: Что получил в наследство XXI век» отмечает, что Китай привлекает внимание великих держав чуть больше 100 лет (во всяком случае, в 1899 году госсекретарь США Джон Хэй назвал Китай страной, в которую переместился «штормовой центр мира»). Проблема в том, пишет Арриги, что «теперь Китай, а не Соединенные Штаты — самая быстроразвивающаяся экономика мира и теперь Китай стремится получить такой же коммерческий доступ в США, как и другие страны». Или, как по-другому говорят американские обозреватели, проблема не в перемещении «штормового центра» в Китай, а в том, что «зародившийся в Китае «красный ураган»... обрушился на берега США».

По утверждению Арриги, одной из своих стратегий США видят сдерживание Китая посредством «коалиции уравнивешивания». Но этот план многим кажется слишком экстремальным, не все его принимают. Фактически он означает, что на XXI век запланирована серьезная конфронтация с Китаем, которая выльется если не в большую войну, то в серию конфронтаций в духе холодной войны на годы и десятилетия, пишет Арриги.

Идеи Джованни Арриги продолжают в размышлениях Бранко Милановича. Только теперь борьба за политическую и экономическую гегемонию может принять меркантилистскую форму, что позволяет с высокой долей вероятности согласиться с авторами, что мир уже не будет таким, как прежде.

Фото: Ленинградская АЭС

На Ленинградской АЭС испытали контейнер нового поколения для отработавшего ядерного топлива



Атомная мозаика

19 тыс. TEU

(условных единиц измерения вместимости)

рекорд транспортной группы FESCO (предприятие в контуре управления госкорпорации «Росатом») по отправке контейнеров в экспортном направлении, установленный по итогам марта 2025 года. Больше всего грузов было доставлено по маршрутам через Владивостокский морской торговый порт (ВМТП) и сухопутные погранпереходы.

«Российские экспортеры открывают для себя новые иностранные рынки в Юго-Восточной Азии, Персидском заливе или Индийском субконтиненте, растет контейнеризация их грузов. А наша группа им активно в этом помогает, запуская новые маршруты и предоставляя комплексные логистические решения на базе собственных активов», — заявил вице-президент по линейно-логистическому дивизиону FESCO Герман Маслов.

2000 м³

воды в сутки

производительность опреснительного комплекса «Росатома», который начал работу в Турции на площадке АЭС «Аккую». Он будет снабжать атомную электростанцию опресненной водой для хозяйственных нужд и систем пожарной безопасности. Комплекс опреснения морской воды, работающий от электричества, получаемого из собственного энергоисточника, является подтвержденной международной референцией, сочетающей применение собственных технологических решений «Росатома» и мирового опыта эксплуатации опреснительных установок.

«Ключевое преимущество такого подхода заключается в объединении двух производств, обеспечивающих важнейшие ресурсы для жизни человека — воду и электроэнергию, что создает уникальный ресурсный кластер для устойчивого развития территории», — подчеркнула Ксения Сухотина, генеральный директор АО «Росатом Инфраструктурные решения» — дивизиона «Росатома», который обеспечивал строительство комплекса.

до 300 кг

бериллия в год

будет способен перерабатывать первый в России экспериментальный участок, который планируется создать на площадке АО «НИИ НПО «ЛУЧ», входящего в Научный дивизион «Росатома», для отработки технологии полного цикла получения бериллийсодержащих материалов от рудного концентрата до металла.

«Решение стратегически важной задачи по созданию отечественного бериллиевого производства невозможно без разработки технологии полного цикла получения бериллийсодержащих материалов, отвечающей современным требованиям охраны труда и экологической безопасности, а также отработки технологических решений в укрупненном масштабе. Важная роль при этом отводится комплексу работ по аналитическому сопровождению данной технологии, включая обеспечение экспериментального участка полным комплектом аналитического оборудования», — отметил генеральный директор АО «НИИ НПО «ЛУЧ» Павел Карболин.

