

# ВЕСТНИК АТОМПРОМА

#9

ноябрь

2021

Главная тема

## Новая энергия

Мир на пути к углеродной нейтральности

В номере

Водородная энергетика 14

Зеленые финансы 32

Цифровые продукты 46



# Уважаемые читатели!

Одним из главных событий ноября была международная конференция по изменению климата в Глазго. Мир много говорил о глобальном потеплении, путях декарбонизации и чистой энергии. Климатической повестке в контексте принципов устойчивого развития посвящена большая часть материалов номера. Мы рассказываем, зачем ООН собирает мировых лидеров на климатические конференции, каковы основные итоги COP26 и что уже сейчас называют «прорывами Глазго», а также знакомим с некоторыми «зелеными» кейсами Росатома.

В сценариях достижения углеродной нейтральности водород начинает играть все более заметную роль. Почему мировые технологические лидеры активно включились в водородную гонку, какие технологии производства водорода помогут декарбонизации и какие проекты Росатом реализует уже сегодня — в нашей подборке о перспективах водородной энергетики и водородной экономики.

Тематики устойчивого развития касаются и другие материалы номера: вы узнаете, как в отрасли преодолеваются гендерные стереотипы, в каких экологических и социальных проектах в Турции участвуют российские атомщики и как становление новой системной философии управления повлияло на формирование ESG-принципов.

ВЕСТНИК  
АТОМПРОМА

№ 9, ноябрь 2021 года

Информационно-аналитическое издание

Фото на обложке  
Shutterstock

Главный редактор  
Юлия Долгова.

Выпускающий редактор  
Ольга Еременко.

Дизайн и верстка  
Валерий Балдин, Андрей Ковлягин.

Корректор  
Алёна Капыльская.

Учредитель, издатель и редакция  
Общество с ограниченной ответственностью «НВМ-пресс».

Адрес редакции  
129110 Москва,  
ул. Гиляровского, д. 57, с. 4.

Отдел распространения и рекламы  
Татьяна Сазонова  
sazonova@strana-rosatom.ru  
+7 (495) 626-24-74.

Журнал зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций.

Свидетельство о регистрации СМИ  
ПИ №ФС77-59582  
от 10 октября 2014 года.

Тираж 1910 экземпляров.  
Цена свободная.  
Подписано в печать: 22.11.2021

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.

|                     |                     |                                                                                                                                                               |                         |                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                     |
|---------------------|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                     | Содержание          |                                                                                                                                                               |                         |                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                     |
| Главная тема        | коротко             | <b>Человечество и климат: что дальше?</b> 4<br><i>Климатическая повестка становится все более весомым политическим и экономическим фактором</i>               | Женское движение        | СОБЫТИЕ                                                                                                                                                      | <b>Глобальные вызовы и женское лидерство</b> 38<br><i>Представительницы российской атомной отрасли приняли участие в Евразийском женском форуме</i> |
|                     | официально          | <b>Энергия атома</b> 6<br><i>Росатом принял участие в мероприятиях конференции COP26</i>                                                                      |                         | <b>Вместе мы — сила</b> 41<br><i>Женское атомное сообщество борется с гендерными стереотипами</i>                                                            |                                                                                                                                                     |
|                     | устойчивое развитие | <b>Гонка к нулю</b> 8<br><i>Климатические конференции ООН в вопросах и ответах</i>                                                                            |                         | ПСР                                                                                                                                                          | <b>Работа по системе</b> 43<br><i>ПСР на предприятиях Топливной компании Росатома</i>                                                               |
|                     | СОБЫТИЕ             | <b>Итоги Глазго: зеленая революция откладывается</b> 12<br><i>26-я конференция ООН по изменению климата завершилась, оставив больше вопросов, чем ответов</i> |                         | Цифровизация                                                                                                                                                 | <b>Двойники выходят на рынок</b> 46<br><i>ТВЭЛ предлагает полный комплекс услуг цифрового инжиниринга</i>                                           |
|                     | коротко             | <b>Топливо будущего</b> 14<br><i>Перспективы использования водорода</i>                                                                                       |                         | Официально                                                                                                                                                   | <b>Закупки — по-новому</b> 48<br><i>Для предприятий Росатома изменились правила закупок у малых и средних предприятий</i>                           |
|                     | ПРЯМАЯ РЕЧЬ         | <b>Навстречу водородной экономике</b> 16<br><i>Какие водородные технологии Росатом предлагает внешнему и внутреннему рынку</i>                                | География Росатома      | <b>На пути к четырем блокам</b> 50<br><i>Российские атомщики не только строят АЭС «Аккую», но и участвуют в социальных и экологических проектах в Турции</i> |                                                                                                                                                     |
|                     | МНЕНИЕ              | <b>Атомный водород</b> 22<br><i>Искать возможности, находить решения</i>                                                                                      | Международное обозрение | <b>Большие ставки на малые реакторы</b> 52<br><i>Международная гонка по созданию малых и средних модульных реакторов ускоряется</i>                          |                                                                                                                                                     |
|                     | ОБЗОР               | <b>Вектор чистой энергии</b> 27<br><i>Мир водорода в цифрах</i>                                                                                               |                         |                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                     |
|                     | ТРЕНДЫ              | <b>Эра водорода</b> 30<br><i>Национальные водородные стратегии: цели, приоритеты, госинвестиции</i>                                                           | ИЦАЭ                    | <b>Просто о сложном: занимательная наука для всех</b> 54<br><i>О чем говорят на фестивалях «КСТАТИ»</i>                                                      |                                                                                                                                                     |
| Устойчивое развитие |                     | <b>Зеленое ускорение</b> 32<br><i>Российское правительство создает привилегии для устойчивого и зеленого финансирования</i>                                   | Особое мнение           | <b>Эффект бабочки</b> 58<br><i>Как формирование новой системной философии управления повлияло на становление ESG-принципов</i>                               |                                                                                                                                                     |
|                     |                     | <b>Заряд на будущее</b> 34<br><i>В русле общеэкологических трендов: локализация производства горно-шахтной аккумуляторной техники на ППГХО</i>                |                         |                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                     |





# Человечество и климат: что дальше?

Климатическая повестка становится все более весомым политическим и экономическим фактором в общемировом масштабе. Возможность достижения углеродной нейтральности, сроки, способы и цена этого достижения — основные вопросы, которые обсуждались на климатической конференции ООН, прошедшей в ноябре в Глазго

Теория глобального потепления формировалась в течение нескольких десятков лет, а климатические конференции ООН ведут свою историю с начала 1990-х годов. За это время идеи, которые волновали узких специалистов, стали мейнстримом, проблема изменения климата из второстепенного вопроса мировой повестки стала глобальным приоритетом и определяющим фактором для дальнейшего развития экономики, а климатические конференции превратились в крупнейшие международные форумы, собирающие представителей почти всех государств планеты.

Сегодня климатологи констатируют: средняя температура поверхности земли увеличилась на 1,09 °C по сравнению с доиндустриальной эпохой, это сопровождается таянием ледников, подъемом уровня мирового океана, ростом температуры морской воды. Глобальные климатические изменения уже сейчас ведут к росту количества неблагоприятных погодных событий, таких как наводнения, засухи, ураганы, шторма, град, природные пожары, которые становятся более частыми и более экстремальными. Причина этих процессов — усиление парникового эффекта в атмосфере из-за роста уровня CO<sub>2</sub> и других парниковых газов, что обусловлено деятельностью человека, прежде всего использованием ископаемого топлива в энергетике.

Консенсус о причинно-следственной связи антропогенного воздействия на природу и глобального

потепления к настоящему времени достигнут не только климатологами всего мира — в развитых странах по большей части к нему пришло и научное сообщество в целом, и политики, и общественное мнение.

Однако до выработки консенсуса о наиболее эффективных методах борьбы с изменением климата все еще далеко, хотя очевидно, что сам процесс борьбы будет сопряжен со многими финансовыми и социально-политическими трудностями. Реальны ли планы по достижению углеродной нейтральности к середине века, достаточно ли политической воли лидеров отдельных стран, чтобы затормозить процесс потепления на всей планете, какую цену придется за это заплатить государствам, компаниям и обычным людям — пока вопросов больше, чем ответов.

Тем не менее нельзя отрицать, что «зеленый разворот» заметно ускорился: политики и бизнесмены воспринимают климатические вызовы как основу для активных действий, а климатическая повестка оказывает все большее влияние на выбор путей, по которым человечество будет двигаться вперед.

«Вестник атомпрома» регулярно уделяет внимание климатической повестке, как и повестке устойчивого развития в целом. История и значение климатических саммитов, основные итоги конференции в Глазго, а также подборка материалов о перспективах использования топлива будущего — водорода — в материалах главной темы номера.



Текст: «Вестник атомпрома»  
Фото: ТАСС

# Энергия атома

Росатом принял участие в мероприятиях конференции COP26

**Крупнейший международный климатический форум — 26-я сессия Конференции сторон Рамочной конвенции ООН об изменении климата (COP26) — завершил работу 12 ноября 2021 года. Впервые за всю историю конференции атомная энергетика заняла важное место в ее повестке. В рамках COP26 прошел целый ряд мероприятий, посвященных роли атомной индустрии в борьбе с изменением климата. В ходе выступлений неоднократно и отчетливо звучало мнение: атомная отрасль, предлагая надежные и безопасные низкоуглеродные технологии, вносит существенный вклад в реализацию целей устойчивого развития ООН и глобальных целей по достижению углеродной нейтральности.**

Генеральный директор Росатома Алексей Лихачев, выступая на мероприятии «Пути низкоуглеродного развития: роль и подходы России» 11 ноября

и подводя итоги конференции, поблагодарил зарубежных партнеров и международные организации «за слаженную позицию, которую мы продемонстрировали на COP26». Он отметил: «Теперь можно разделить историю мировой ядерной энергетики на „до COP26“ и „после COP26“, когда дискуссия для большинства участников пришла к положительному результату. Ответ на вопрос о том, должна или не должна ядерная энергетика быть в безуглеродном мировом балансе, после COP26 стал очевиден — „да, должна“».

8 ноября в рамках COP26 при поддержке Росатома в павильоне Российской Федерации прошел «День чистого атома». Деловая программа мероприятия была сосредоточена на роли атомной энергетики в борьбе с глобальными климатическими изменениями и в реализации ЦУР ООН. Представители крупнейших компаний и организаций атомной энергетики обсудили, как достичь углеродной нейтральности и какой вклад в достижение этой цели вносит атомная энергия, какую роль играет человеческий капитал в реализации глобальных климатических целей,



## Прямая речь



Алексей Лихачев

Генеральный директор  
госкорпорации «Росатом»:

Безусловный факт: атомная энергетика имеет нулевые прямые выбросы CO<sub>2</sub>, а совокупные выбросы парниковых газов на всем жизненном цикле минимальны и сопоставимы с выбросами ветростанций. Причем согласно самым свежим исследованиям этот показатель у АЭС является самым низким из всех видов чистой генерации. По самым консервативным оценкам в мировом масштабе эффект от АЭС по недопущению выбросов парниковых газов сопоставим с поглощающей способностью всех лесов планеты.



Полина Лион

Директор департамента устойчивого развития  
госкорпорации «Росатом»:

Атомная энергетика на COP26 прозвучала громко. Не только российская отрасль, но и наши коллеги из международных организаций говорили об атомной энергетике как о важном инструменте достижения глобальной углеродной нейтральности. Можно сказать, что результатом COP26 стало более заслуженное место атомной энергии, наше право на участие в диалоге по климату.

каким образом неэнергетические атомные решения способствуют устойчивому развитию. В своем видеоприветствии генеральный директор МАГАТЭ Рафаэль Гросси отметил существенный вклад атомной энергетики — чистого и надежного источника энергии — в декарбонизацию экономики.

Ключевым событием дня стала панельная дискуссия о значении атомной энергии в выполнении мировых и национальных обязательств по достижению углеродной нейтральности. В ней приняли участие первый заместитель генерального директора — директор блока по развитию и международному бизнесу Росатома Кирилл Комаров, генеральный директор Всемирной ядерной ассоциации Сама Бильбао-и-Леон, главный исполнительный директор консорциума Rolls-Royce по разработке MMP Том Самсон, директор по устойчивому развитию EDF Карин де Буассезон. Кирилл Комаров в своем выступлении отметил: «Большинство крупных экономик мира развивают атомную энергетику по двум основным причинам. Во-первых, атомная энергия — это источник энергии с самым низким уровнем углеродных выбросов, даже в сравнении с возобновляемыми источниками энергии. Во-вторых, атомная энергия — надежный и устойчивый источник энергии». Кирилл Комаров напомнил, какой большой путь атомная отрасль прошла за последние несколько лет: «Очень приятно, что мы здесь, на COP26, говорим о ядерной энергии. Всего пять лет назад, на COP22, было сложно обсуждать вопросы атомной индустрии».

Выступая на сессии «Устойчивое развитие человеческого капитала в атомной отрасли: гендерный баланс и инклюзивность» заместитель генерального директора по персоналу госкорпорации «Росатом» Татьяна Терентьева поделилась проектами Росатома в сфере кадрового развития, международных академических

программ, привлечения и поддержки молодых специалистов, обеспечения равных возможностей для всех сотрудников госкорпорации, что является неотъемлемой частью усилий по достижению целей устойчивого развития ООН.

Директор департамента международного бизнеса госкорпорации «Росатом» Борис Арсеев принял участие в дискуссии о вкладе неэнергетических атомных решений в достижение целей устойчивого развития ООН и рассказал о том, как ядерные технологии помогают решить глобальную продовольственную проблему. «Ежегодно люди выбрасывают около 1,3 млрд тонн продуктов питания, это около трети всего производимого в мире продовольствия. Радиационная обработка пищевых продуктов увеличивает их срок годности в 2–10 раз и позволяет уничтожить до 99 % вредных бактерий и вирусов», — отметил он.

Директор департамента устойчивого развития Росатома Полина Лион приняла участие в нескольких сессиях конференции по различным темам глобальной климатической повестки, в том числе по теме развития инструментов зеленого финансирования для устойчивого развития.

Активным участником конференции COP26 была молодежь — те, кому предстоит решать задачи будущего энергетического перехода и защиты климата. В рамках Дня молодежи и климат-ориентированных образовательных программ 5 ноября молодые профессионалы делились своим видением того, как реализовать глобальные климатические цели. Участники панельной дискуссии «Мир Net Zero: настоящее и будущее глазами молодых» высказали мнения, как новое поколение может участвовать в решении задач по достижению безуглеродного будущего.



Текст: Ирина Проровская  
Фото: Unsplash

# Гонка к нулю

## Климатические конференции ООН в вопросах и ответах

**Пандемия COVID-19 внесла ряд корректив в планы международного сообщества, связанные с климатической повесткой: ежегодная конференция ООН по климату не состоялась в 2020 году и была перенесена на ноябрь 2021-го. Объясняем, зачем проводятся регулярные климатические саммиты, что на них обсуждают и почему к встрече в Глазго было приковано столько внимания.**

**1. Как все начиналось?**  
Открытие парникового эффекта и первые утверждения о том, что парниковые газы влияют на повышение температуры в атмосфере, относятся к XIX веку — уже тогда ученые впервые заговорили о роли деятельности человека в этом процессе. К 90-м годам XX века антропогенный фактор был признан ведущим в том, что касается климатических изменений.

История международных климатических договоренностей началась в 1992 году с Рамочной конвенции ООН об изменении климата (РКИК ООН), принятой на Саммите Земли в Рио-де-Жанейро. Документ вступил в силу 21 марта 1994 года, затем последовали несколько лет переговоров — они касались обязательств стран, которые ратифицировали конвенцию. В настоящее время участниками конвенции являются 196 стран и Евросоюз. В 1997 году был принят так называемый Киотский протокол, определивший эти обязательства — в частности в том, что касается сокращения выбросов парниковых газов. Это соглашение, вступившее в силу в 2005 году, зафиксировало принцип дифференцированной ответственности государств (обязательства снижать выбросы были возложены только на развитые страны и страны с переходной экономикой) и установило квоты на выбросы, при этом были предусмотрены гибкие механизмы их применения (один из таких механизмов — торговля квотами).

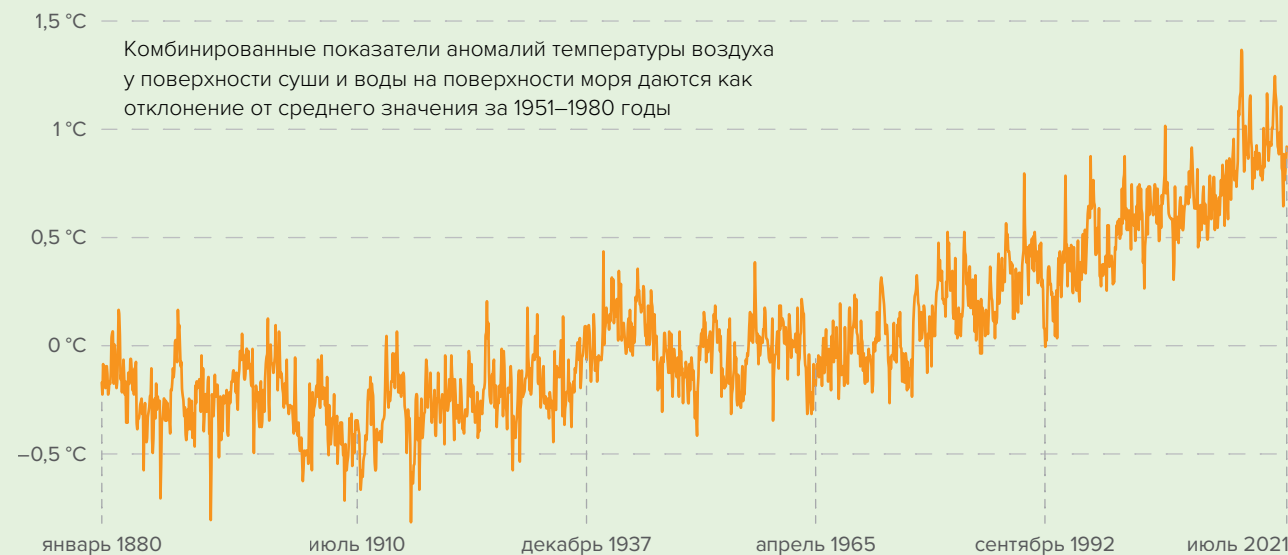
Следующим важнейшим этапом стало принятие в 2015 году в Париже соглашения, фиксирующего конкретные цели по удержанию глобальной температуры в определенных рамках, а также накладывающего на все страны-участницы конкретные обязательства по сокращению собственных выбросов CO<sub>2</sub>. К примеру, Россия взяла на себя обязательства к 2030 году сократить свои выбросы на 25–30 % по сравнению с уровнем 1990 года — с учетом поглощающей способности лесов.

**2. Что обсуждают на климатических конференциях?**  
Начиная с 1995 года ООН проводит ежегодные сессии Конференции сторон Рамочной конвенции (Conference of the Parties, сокращенно COP), на которых обсуждаются изменяющиеся обстоятельства, детали и обязательства в рамках имеющихся соглашений. Встреча в Глазго, перенесенная на год из-за пандемии, — 26-я по счету. О важности этого мероприятия говорит число участников: свыше 25 тысяч человек из 200 стран, среди которых больше 120 делегатов — главы государств и правительств.

Традиционные темы климатических встреч — пути отказа от ископаемого топлива, сокращение доли бензинового и дизельного автотранспорта, зеленая энергетика, углеродная нейтральность, достичь которой многие участники планируют к 2050–2060 годам. Но климатическая повестка — это не только меры по отказу от ископаемых источников энергии в пользу чистых и «гонка к нулю», как часто называют

## Глобальное потепление: ежемесячные температурные аномалии

Источник: NASA, GISS



национальные планы по достижению углеродной нейтральности. Речь также идет об экологических программах, которые необходимы для защиты морей и лесов. Одна из активно обсуждаемых проблем — это сельскохозяйственная деятельность человека, которая приводит к вырубке лесов, истощению почв, загрязнению водоемов, а также является одним из значимых антропогенных факторов изменения климата. Переход на устойчивое сельское хозяйство — одна из тем, поставленных на обсуждение участниками COP26.

Также на повестке всех климатических саммитов — помощь странам и группам населения, наиболее уязвимым перед изменением климата. Парижским соглашением зафиксировано обещание развитых стран по мобилизации не менее \$100 млрд ежегодно в помощь развивающимся странам, страдающим от последствий климатических изменений.

**3. Что не так с Парижским соглашением?**  
Климатический саммит в Париже, состоявшийся в 2015 году, стал историческим событием: впервые страны, подписавшие Рамочную конвенцию ООН по изменению климата, договорились объединить усилия. Были зафиксированы конкретные цели, в частности «удержание глобальной температуры намного ниже 2 °C (3,6 °F) сверх доиндустриальных уровней при одновременном изыскании средств для ограничения роста до 1,5 °C». Также на саммите в Париже страны взяли на себя обязательства подготовить национальные планы по снижению выбросов.

Соглашение содержит обязательства сторон обновлять национальные планы и сообщать об этом каждые пять лет. Пятилетний цикл завершился в прошлом году. Таким образом, накануне нынешнего

климатического саммита участники должны были предоставить информацию о новых намерениях по снижению эмиссии CO<sub>2</sub>. По данным ООН, свои национальные планы обновили более 80 стран — меньше половины всех участников, однако это сделали все члены «Большой семерки».

Уже очевидно, что для достижения целей, установленных Парижским соглашением, тех планов, которые приняты странами-участницами, явно недостаточно: климат продолжает меняться более быстрыми темпами, чем предполагалось ранее. Текущее десятилетие рассматривается как период, имеющий решающее значение для замедления темпов глобального потепления. Поэтому всем странам-участницам была адресована просьба принять более строгие целевые показатели снижения выбросов в своих странах на период до 2030 года и достижения нулевого уровня выбросов до середины столетия.

**4. Почему нужно сдерживать глобальное потепление на уровне 1,5–2 °C?**  
Первые работы, описывающие взаимное влияние климата и экономики, принадлежат американскому экономисту Уильяму Нордхаусу. В 1994 году он создал математическую модель, которая описывает влияние изменений климата на экономический рост, а в 2018 году получил за свои исследования Нобелевскую премию. Нордхаус первым обозначил порог в 2 °C, взяв его за основу расчетов. Впоследствии этот лимит стал считаться своего рода точкой невозврата, по достижении которой изменения климата станут для человечества необратимыми. Ограничение роста температуры в 2 °C, считают ученые, позволяет достичь баланса между экономическим ущербом из-за изменения климата и затратами на борьбу с этим изменением.



Тем не менее зафиксированный в Парижском соглашении лимит активно критикуется как недостаточный для сдерживания темпов изменения климата. Многие исследователи считают потепление на 2 °C опасным как для экосистем, так и для экономики, призывая все же ориентироваться на предел в 1,5 °C. При этом Межправительственная группа экспертов по изменению климата (МГЭИК) в своем докладе, опубликованном в 2021 году, предупреждает, что даже при уровне потепления в 1,5 °C нас ждут волны жары и удлинение теплых сезонов при сокращении холодных, а при достижении порогового значения 2 °C жаркие периоды будут критическими не только для сельского хозяйства, но и для выживания людей в некоторых регионах.

Однако даже среди стран-участниц Парижского соглашения звучат сомнения в реалистичности такой цели — например, на саммите в Глазго об этом заявил спецпредставитель правительства Китая по климатическим изменениям. Сомнения в этом высказывают и климатологи. В целом практически все сходятся во мнении, что удержаться в пределах 1,5 °C (и даже на уровне 2 °C) при нынешней ситуации будет невозможно — ожидается, что к концу текущего столетия температура повысится на 2,7 °C, если не будут приняты срочные и радикальные меры по масштабному сокращению выбросов, причем всеми странами сразу.

**5. Разве пандемия не замедлила глобальное потепление?**  
После того, как весной прошлого года многие страны объявили локдаун и по всему миру стали останавливаться промышленные предприятия, одной из самых обсуждаемых тем стало снижение выбросов вредных веществ и парниковых газов в атмосферу. В каком-то смысле природа действительно «очистилась» — 2020 год запомнится рекордно низкими выбросами (таких показателей не было с первой половины XX века). Уже в феврале в Китае, который первым ввел карантинные меры, было зафиксировано 25-процентное снижение выбросов CO<sub>2</sub> и 40-процентное — диоксида азота. Во время первого локдауна в европейских городах выбросы сократились более чем на 50%.

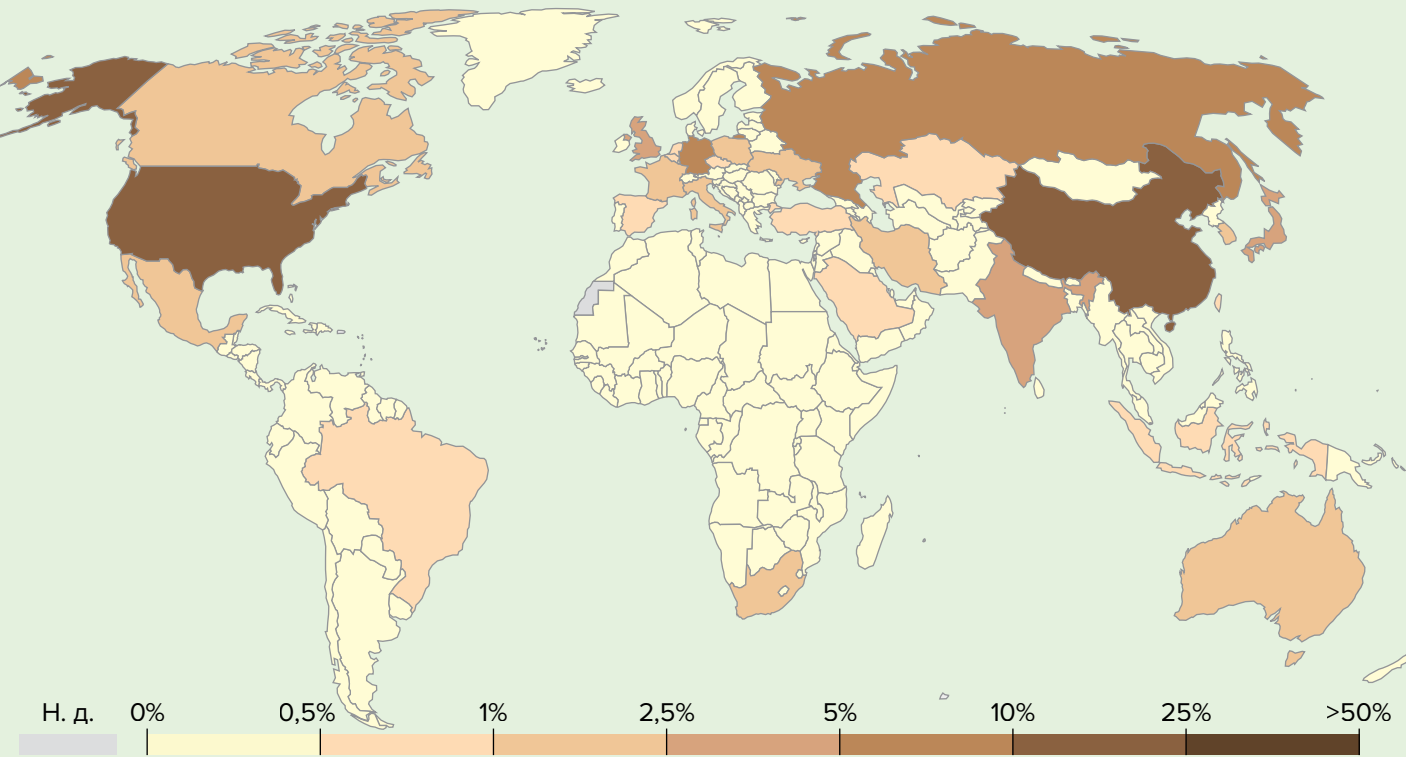
Однако, несмотря на резкое сокращение эмиссии парниковых газов в атмосферу, эффект локдаунов для климата, по мнению ученых, был ничтожным. В нынешней ситуации, чтобы температурный рост прекратился, пришлось бы остановить мировую промышленность не на недели или месяцы, а на годы. Кроме того, вполне ожидаемым стало скорое восстановление уровня выбросов после того, как карантинные меры были ослаблены или сняты. В том же Китае уже к маю 2020 года показатели загрязнения воздуха превысили показатели предыдущего года — таковы



## Доля стран и регионов в совокупных глобальных выбросах CO<sub>2</sub>

Источник: Our World in Data, Global Carbon Project

Совокупные выбросы рассчитаны как сумма годовых выбросов с 1750 по 2020 год



данные европейского Центра исследований энергетики и чистого воздуха.

хотя официальные делегации государств приняли участие в COP26.

Это яркое подтверждение неэффективности половинчатых мер в том, что касается борьбы с изменением климата. Человечество убедилось, что глобальное потепление невозможно прекратить временной остановкой заводов или ограничением использования бензинового и дизельного автотранспорта — вынужденный эксперимент только подтвердил, что нужны глобальные перемены, затрагивающие все сектора экономики, то есть полная смена экономической модели.

**6. Почему на COP26 возлагали большие надежды?**  
Не только факт переноса ежегодной конференции из-за пандемии COVID-19 сделал ее особенно ожидаемой. Одной из причин, по которой к нынешней климатической конференции в Глазго было приковано повышенное внимание, стали действия США. В 2017 году Соединенные Штаты вышли из Парижского соглашения по инициативе Дональда Трампа, считавшего, что на его государство возложены чрезмерные и невыгодные обязательства. Джо Байден сразу после инаугурации подписал указ о возвращении США в Парижское соглашение — этот процесс был завершен в феврале 2021 года. Таким образом, один из крупнейших в мире эмитентов CO<sub>2</sub> вернулся на климатическую арену. Однако лидеры России и Китая очно на саммите не присутствовали,

Развивающиеся страны также были полны ожиданий — по увеличению компенсаций от богатых государств, мотивируя это восстановлением исторической справедливости: потепление вызывает углекислый газ, копившийся в атмосфере с начала индустриальной революции в странах первого мира, и развивающиеся экономики не должны за это расплачиваться.

Пассивность участников Парижского соглашения и отсутствие намерений брать на себя повышенные обязательства в плане сокращения эмиссии CO<sub>2</sub> послужили причиной, по которой генеральный секретарь ООН Антониу Гуттериш назвал предыдущий климатический саммит в Мадриде провальным. За 2 прошедших года у экспертов и многих политиков сложилось более определенное мнение, что времени, отведенного на реализацию планов по достижению углеродной нейтральности и других климатических целей, остается совсем мало. Как говорил Алок Шарма, председатель COP26, в преддверии конференции: «мы не можем вдруг проснуться в 2029 году и решить снизить выбросы на 50% к 2030 году». Поэтому от саммита ожидалось, что политические декларации удастся перевести в практическую плоскость, и лидеры государств начнут договариваться, как сократить разрыв между тем, что нужно сделать для предотвращения климатической катастрофы, и тем, что они действительно готовы делать.



Текст: Наталья Самойлова  
Фото: UNFCCC Flickr



# Итоги Глазго: зеленая революция откладывается

26-я конференция ООН по изменению климата завершилась, оставив больше вопросов, чем ответов

Основной задачей COP26, которая собрала около 25 тысяч человек, в том числе государств и правительств более чем 120 стран, была выработка общих договоренностей, которые позволят существенно затормозить темпы глобального потепления. Премьер-министр Великобритании Борис Джонсон в преддверии саммита называл изменение климата самой большой угрозой для человечества, а президент США Джо Байден предупреждал, что каждый день промедления повышает дальнейшую цену борьбы с потеплением. На церемонии открытия COP26 председатель конференции Алок Шарма заявил, что решения, которые предстоит принять в Глазго, должны быть более жесткими, чем те, что зафиксированы в Парижском соглашении. Рассказываем, каких результатов ждали от конференции и насколько достигнутые соглашения оправдали надежды.

**1. Достичь углеродной нейтральности**  
Среди главных тем COP26 было обсуждение планов по достижению нулевого уровня эмиссии парниковых газов — они есть у большинства государств, но их выполнение разнесено на десятилетия. Евросоюз и США уже достаточно давно озвучили

цели по Zero Emissions к 2050 году, Китай, Саудовская Аравия и Россия заявили, что будут стремиться к достижению углеродной нейтральности к 2060 году, а премьер-министр Индии Нарендра Модди на конференции впервые обозначил дату для своей страны — 2070 год (хотя, вероятно, речь здесь идет только о CO<sub>2</sub> без учета прочих парниковых газов). То, что сроки достижения «нулевых» выбросов публично объявлены, — уже важное достижение, но экологов и активистов яростно критикуют их как недостаточно жесткие.

**2. Отказаться от угля**  
Вопрос о том, удастся ли мировому сообществу покончить с зависимостью от угля, был одной из главных интриг COP26. В итоге около 50 стран, в том числе Великобритания, Канада, Польша, Южная Корея, Индонезия, Вьетнам, Украина, согласились в период 2030–2040-х годов отказаться от использования в энергетике угля, который отвечает за наибольшее количество вредных выбросов. Это, несомненно, важный и необходимый шаг, но в целом он скорее разочаровал наблюдателей, так как к соглашению не присоединились Китай, Индия и США (кстати, в этой стране потребление угля в текущем году даже выросло,

впервые с 2014-го). В итоговом документе конференции, подписанном всеми делегациями, формулировка «поэтапный отказ» заменена на «поэтапное сокращение» использования угля. В то время как климатологи доказывают, что для ограничения роста температуры планеты в пределах 1,5 °C развитые страны должны отказаться от угля уже до 2030 года, отсутствие консенсуса по перспективам угольной генерации среди крупнейших эмитентов CO<sub>2</sub> может расцениваться остальными странами как индульгенция для углеводородной энергетики еще на десятилетия.

**3. Сохранить леса**  
Документом, который вызвал едва ли не меньше всего разногласий, стала декларация о защите лесов и землепользовании. Поставленная задача — не только остановить, но и обратить вспять потерю лесов и деградацию земель к 2030 году. Декларацию приняли более 100 стран, включая Россию, на них приходится более 85 % лесов планеты. Для части аналитиков это одно из самых значимых достижений конференции, в том числе потому, что среди подписавших декларацию лидеров — Жаир Болсонару, президент Бразилии, страны, в которой вырубка лесов приобрела поистине катастрофические масштабы. Однако другие эксперты отмечают, что предыдущие международные соглашения не помогли остановить уничтожение лесов, так как Бразилия, Индонезия и другие страны делают это для того, чтобы производить на этих землях пальмовое масло и сою, которые потребляет весь мир. Кроме того, чтобы остановить пагубный для климата всей планеты процесс, потребуются значительные инвестиции в сельское хозяйство, сохранение и восстановление лесов и поддержку коренных народов, но выделенных на это средств (порядка \$20 млрд на 2022–2025 годы) явно будет недостаточно.

**4. Снизить выбросы метана**  
Еще одним важным результатом саммита стало международное соглашение о сокращении выбросов метана, который также виновен в глобальном потеплении — на него приходится 17 % антропогенных выбросов парниковых газов. Основные источники метана — нефтегазовая промышленность, животноводство и свалки, а сокращение его выбросов сейчас рассматривается учеными как самый быстрый и простой путь к уменьшению парникового эффекта (хотя и с оговоркой, что это половинчатая мера, так как эмиссия углекислого газа значительно выше, а остается в атмосфере он намного дольше, чем метан). К соглашению присоединились более 100 государств, включая США и страны ЕС, они обязались сократить выбросы метана как минимум на 30 % к 2030 году по сравнению с уровнем 2020-го. Однако это лишь немногим больше половины стран-участниц COP26, при этом Китай, Индия и Россия — крупнейшие эмитенты метана — соглашение не подписали.

**5. Увеличить финансирование**  
На COP15 в Копенгагене 12 лет назад экономически развитые государства пообещали помогать бедным странам, которые не имеют средств

на борьбу с глобальным потеплением, ежегодно выделяя для этого по \$100 млрд до 2020 года. Экологи считают, что даже если бы эти обязательства выполнялись в полном объеме, таких средств все равно было бы недостаточно для компенсации экономических потерь от сокращения выбросов. Теперь развивающиеся страны, которые производят товары (а вместе с ними и парниковые газы) для развитых стран, требуют гораздо больше — индийский лидер, например, говорил на саммите о сумме в \$1 трлн. Пока удалось договориться о более скромных суммах. Отдельные страны взяли на себя повышенные обязательства — так, Норвегия пообещала утроить объем выделяемых средств, а Японии и Австралии — удвоить, однако в итоговом документе фигурирует лишь пункт об «увеличении финансирования». Вместе с тем понятно, что одного государственного финансирования недостаточно и главная цель — привлечение к этим задачам частного капитала.

**6. Внедрять зеленые технологии**  
Есть, впрочем, и решения, которые уже называют «прорывами Глазго». Саммит еще раз доказал: до тех пор, пока сокращение выбросов будет экономически невыгодным, политические заявления мало что изменят. Становится все более очевидно, что пока ископаемое топливо более прибыльно, чем ВИЭ, многие климатические цели не будут достигнуты, поэтому правительства должны увеличивать инвестиции в «зеленые» исследования и разработки. В Глазго более 40 стран договорились принять общие стандарты и скоординировать инвестиции в передовые технологии, чтобы ускорить наступление «зеленого перехода», в результате которого чистая энергетика станет дешевле углеводородной. Среди стран, подписавших программу, — Великобритания, США, Китай, Индия, ЕС, Австралия. Первые пять обозначенных прорывных целей — это чистая электроэнергия, электрические автомобили, «зеленая» металлургия, водород и устойчивое земледелие. В правительстве Великобритании считают, что работа над этими целями поможет создать в мире 20 млн рабочих мест и принести глобальной экономике более \$16 трлн.

**7. Двигаться дальше**  
Как и прогнозировали многие аналитики, конференция в Глазго не только не принесла революционных решений, но и не оправдала большинства возложенных на нее надежд. Однако она доказала, что по главному вопросу мировому сообществу уже удалось договориться: вина человечества, использующего ископаемое топливо, в глобальном изменении климата у мировых лидеров уже практически не вызывает сомнения. Итоговый документ — Климатический пакт Глазго, нацеленный на сокращение выбросов парниковых газов к 2030 году на 45% относительно уровня 2010 года, — подписан всеми делегациями, хотя и вызвал разногласия почти по каждому пункту. Остается договариваться о том, что конкретно надо делать и сколько за это придется платить. Следующая климатическая конференция ООН, COP27, запланирована на ноябрь 2022 года.



# Топливо будущего

Задача достижения нулевого уровня эмиссии парниковых газов на наших глазах меняет ландшафт мировой экономики. Рассказываем, какие перспективы открывает использование водорода, каковы стратегии разных стран, какие водородные технологии помогут декарбонизации, как быстро сможет измениться энергетический уклад и какую роль в этом процессе собирается играть Росатом

Общемировой тренд, направленный на увеличение доли низкоуглеродных и возобновляемых источников энергии, включает шаги по развитию водородной энергетики. Водород сегодня рассматривается как универсальный чистый энергоноситель, способный решить проблемы, связанные с нестабильностью генерации, которые возникают при использовании ВИЭ. Применение водорода позволит декарбонизировать энергетику, транспорт и промышленность, то есть существенно сократить использование нефти и угля — главных источников эмиссии парниковых газов. Однако для этого сам водород должен быть произведен методами с низким углеродным следом, но на сегодняшний день его подавляющая часть производится из ископаемых источников без улавливания углекислого газа.

Проблема заключается в том, что из-за высокой стоимости низкоуглеродное производство водорода пока невыгодно для большинства стран, несмотря

на высокий интерес к зеленым технологиям. Ведущие игроки глобального водородного рынка уже разрабатывают и совершенствуют низкоуглеродные технологии по всей производственной цепочке. Однако потребуется не только время, но и политические усилия, чтобы разработать на основе пилотных и демонстрационных проектов надежные и коммерчески привлекательные модели.

Развитие водородной энергетики является одним из приоритетов «Энергетической стратегии Российской Федерации до 2035 года». Заметную роль в реализации этой стратегии играет госкорпорация «Росатом». Атомная отрасль нашей страны имеет необходимый научный и технологический потенциал для развития основных низкоуглеродных методов производства водорода — электролизного производства и паровой конверсии метана с применением технологий улавливания CO<sub>2</sub> — и активно участвует в нескольких крупных водородных проектах.



Текст: Николай Давыдов  
Фото: Пресс-служба РАОС

# Навстречу водородной экономике

Какие водородные технологии Росатом предлагает внешнему и внутреннему рынку



Вице-президент по маркетингу и развитию бизнеса АО «Русатом Оверсиз» Антон Москвин рассказал «Вестнику атомпрома» о целях и задачах Росатома в реализации пилотных водородных проектов, существующих рисках и способах их преодоления, а также о том, что происходит на внешнем и внутреннем рынке в условиях вероятной смены технологического уклада экономики.

— Антон Валерьевич, каковы приоритетные задачи Росатома в водородном проекте Сахалинской области?

— В проекте создания водородного производственного комплекса на Сахалине Росатом выступает сразу в трех ролях — девелопера, инвестиционного и технологического партнера. Здесь мы стремимся сформировать полноценный кластер для реализации разных проектов в области водородной энергетики, а точнее, водородной экономики: энергетика лишь одна из возможных отраслей применения водорода. Мы также планируем сформировать круг потребителей в транспортном секторе и промышленности. В апреле текущего года было заключено соглашение с правительством Сахалинской области и Министерством по развитию Дальнего Востока и Арктики о создании и развитии водородного кластера, но работа по запуску первых водородных проектов на Сахалине началась с подписания в 2019 году соглашения между Росатомом, ОАО «Российские железные дороги», АО «Трансмашхолдинг» и правительством Сахалинской области.

Мы договорились о реализации пилотного проекта применения водорода на железнодорожном транспорте. Предварительный анализ показал, что запуск проекта технически осуществим и может обеспечить вклад в климатическую программу Сахалинской области, в перспективе значительно сократив объемы перевозок с применением дизельных поездов. Необходимо отметить, что на первых этапах потребуются государственная поддержка. Прежде всего речь идет об использовании действующих бюджетных механизмов. Их немало: механизмы режима территорий опережающего развития, программы Минпромторга и других институтов развития. Рассчитываем также на перечень мер, который разрабатывается в рамках правительственного плана развития водородной энергетики в РФ. Задача следующей фазы — подготовка полноценного инвестпроекта, прохождение комитетов в Росатоме и затем выход на проектирование и строительство, запуск в эксплуатацию всей инфраструктуры для производства, транспортировки и хранения водорода. Это целый комплекс задач.

Не менее важный и перспективный проект на территории Сахалина — организация крупнотоннажного производства водорода в рамках кооперации с компанией Air Liquide. На первом этапе планируется производство порядка 30 тысяч тонн водорода в год; запуск

завода рассчитываем осуществить в конце 2024 года и выйти на регулярные поставки в 2025 году. Мы завершили проработку предварительного технико-экономического обоснования (ТЭО) проекта и начали работу над полноценным ТЭО. Второй этап — реализация масштабного производства (до 100 тыс. тонн). Планируется развитие как внутреннего рынка потребления водорода на территории Сахалина, так и инфраструктуры и логистических решений для экспорта водорода в страны Азиатско-Тихоокеанского региона.

Ко времени выхода на вторую очередь проекта рассчитываем на значительные объемы использования технологий Росатома. Но уже на первом этапе, на котором возможно применение решений таких отраслевых компаний, как «Атомэнергомаш», ТВЭЛ и других, ожидаем заказы на различное теплообменное, емкостное и прочее оборудование.

Отмечу, что предприятие Росатома АО «НИИ НПО «ЛУЧ» ведет разработку собственной технологии конверсии метана. Мы договорились с коллегами, что по мере готовности работ обеспечим применение этой технологии в коммерческих проектах.

Одним из значимых элементов технологической цепочки также станут технологии улавливания и утилизации углекислого газа для производства низкоуглеродного водорода, мы должны обеспечить их использование в своих пилотных проектах. На первых этапах планируем применять технологии Air Liquide для улавливания CO<sub>2</sub>, а также решения российских партнеров для его утилизации.

— Рассматривается ли электролизная технология производства — для освоения «зеленой» специфики?

— На Сахалине выбор был сделан в пользу парового риформинга с дальнейшим улавливанием углекислого газа. Это решение во многом экономическое, продиктованное параметрами спроса на зарубежных рынках. Сейчас одна из важнейших задач для нас — выбрать эффективное решение для долгосрочной утилизации углекислого газа. В мире есть лишь несколько подобных пилотных проектов. Если говорить об электролизе, то в первую очередь надо упомянуть проект по производству водорода на Кольской АЭС. Говоря о сегментации водорода, мы считаем крайне важным исходить не из цветовой гаммы, а из понятия низкоуглеродности производства, характеризующегося объемом выбросов углекислого газа на единицу произведенного водорода. Многие страны в своих формальных документах сегодня придерживаются именно этого подхода. Такой подход должен также обеспечивать технологический нейтралитет при определении источников энергии для производства водорода. Только так мы сможем обеспечить наиболее эффективную производственную базу для новой водородной экономики.



## Проект строительства завода по производству водорода на острове Сахалин

Остров Сахалин — уникальное место для организации производства водорода, локализации лучших технологий и реализации коммерчески эффективного экспортного проекта

### Ключевые параметры проекта

- Производство низкоуглеродного водорода методом паровой конверсии метана с улавливанием CO<sub>2</sub> как для локального потребления, так и для экспорта
- Объемы: 30 000 тонн водорода в 2024 году и до 100 000 тонн в 2030 году
- Инвестиционный и технологический партнер — компания Air Liquide

### Преимущества площадки на о. Сахалин



Поддержка на уровне правительства области



Близость к рынкам сбыта (страны АТР)



Доступ к ресурсам, наличие природного газа



Наличие инфраструктуры. (глубоководный порт Корсаковский)



Политика региона по достижению углеродной нейтральности



— Есть ли другие водородные транспортные проекты с участием Росатома помимо запуска водородных поездов на Сахалине?

— Сейчас у нас подписаны два соглашения с ведущими автопроизводителями — ПАО «КАМАЗ» и «Volvo Group Россия», а также с Корпорацией развития Дальнего Востока и Арктики и Корпорацией развития Сахалинской области, которые создают возможности для развития экологичного транспорта на водородных топливных элементах и сопутствующей топливозаправочной инфраструктуры на Сахалине. КАМАЗ представил образцы техники на водородных топливных элементах, первая партиях транспортных средств может быть выпущена уже в 2023 году, после прохождения сертификации. К этому моменту должны быть готовы и заправочные комплексы, для чего могут быть привлечены ресурсы Росатома.

— Известно, что другие вызовы — это огромная летучесть, агрессивность и взрывоопасность водорода, поэтому транспортировка крупных объемов водорода также сложна. Как планируется решать эти задачи?

— Одной из шести ценностей Росатома является безопасность, и ей уделяется самое пристальное внимание. Вопросы транспортировки водорода мы сейчас прорабатываем с японской стороной; один из вариантов — перевозка сжиженного водорода на специальных судах. Для этого понадобится создать всю необходимую инфраструктуру, включая специализированный морской терминал и танкерный флот, обеспечить производственные мощности по сжижению водорода. Совместно с японскими партнерами мы рассмотрели различные сценарии и сейчас финализируем наши результаты.

Также мы изучаем возможность транспортировки водорода в химически связанном виде, например в форме аммиака. Эти технологии уже отработаны, а аммиак представляет самостоятельную ценность. Например, он служит основой минеральных удобрений, а его мировое производство достигает сотни миллионов тонн. Хотя пока рынок «зеленого» аммиака, в отличие от «голубого», при котором используется органическое топливо, еще не сформировался, он обладает большим потенциалом. Спрос на эти продукты в Азиатско-Тихоокеанском регионе растет, и мы также заинтересованы в развитии этого направления.

— Расскажите про развитие водородных технологий в регионе расположения Кольской АЭС.

— В регионе, где находится Кольская АЭС, на западе России, может быть создан полноценный водородный кластер. Концерн «Росэнергоатом» ведет работы по созданию производства водорода с применением электролизеров компании «Центротех», которая входит в структуру ТК «ТВЭЛ». Считаю, что в будущем на базе Кольской АЭС может быть создан крупный центр по производству низкоуглеродного водорода для локальных и экспортных целей.

Одним из перспективных направлений применения водорода видим запуск водоробусов для пассажирских перевозок в регионе, что обеспечит спрос на водород еще на раннем этапе развития кластера. При этом приоритетные для Кольской АЭС рынки сбыта — это, безусловно, экспорт в страны Евросоюза, а также использование водорода для целей декарбонизации промышленных предприятий Мурманской области.

Мы можем поставлять водород на экспорт в качестве сырья либо в составе востребованных синтетических соединений, которые пользуются спросом на европейских рынках. К слову, несмотря на отказ некоторых европейских стран от использования атомной энергии, мы находим в Европе надежных партнеров, которые заинтересованы в применении водорода, произведенного с помощью электроэнергии АЭС.

— Приоритетом является все-таки производство водорода для экспорта или внутреннего потребления?

— Эти процессы взаимосвязаны, внутренний рынок — основа для развития экспортных проектов. Важно определить и занять новые ниши. На наш взгляд, первым получит развитие транспорт. Следующим масштабным внутренним рынком станет промышленный сектор. У нас уже подписано соглашение с крупнейшим металлургическим холдингом «Металлоинвест», который выбрал стратегию декарбонизации своих предприятий и для этих целей планирует использовать низкоуглеродный водород. Сейчас мы ведем проработку предварительного ТЭО проекта, в который активно вовлечен электроэнергетический дивизион Росатома. Рассматриваются разные варианты производства водорода для нужд промышленных предприятий, в том числе электролиз в тандеме с электроэнергией АЭС. Объемы производства водорода для локальных нужд металлургических предприятий могут быть сопоставимы с объемами экспортных поставок. Госкорпорация может выступать в таких проектах в роли инвестора и поставщика водорода. Важным элементом нашей стратегии является реализация совместных проектов за рубежом, где рынок сейчас более развитый и пользуется государственной поддержкой.

В Европе сейчас активно приветствуются различные экологические программы и проекты с использованием водорода с минимальным углеродным следом. Это создает хорошие условия для отработки компетенций в инжиниринге и девелопменте проектов, что поможет Росатому выступить в дальнейшем в роли поставщика технологий, особенно в тех проектах, где госкорпорация также является инвестором. Первым из таких проектов может стать производство «зеленого» водорода для нужд одного из европейских нефтеперерабатывающих заводов. В зарубежных тендерах определяющим критерием при выборе поставщика является уровень выбросов углекислого газа на объем продукции — выбор делается в пользу решений с низкоуглеродными показателями. С одной стороны, это требует более высоких капитальных вложений, но при

«Внутренний рынок — основа для развития экспортных проектов. Важно определить и занять новые ниши. На наш взгляд, первым получит развитие *транспорт*. Следующим масштабным внутренним рынком станет *промышленный сектор*. У нас уже подписано соглашение с крупнейшим металлургическим холдингом «Металлоинвест», который выбрал стратегию декарбонизации своих предприятий и для этих целей планирует использовать низкоуглеродный водород. Сейчас мы ведем проработку предварительного ТЭО проекта, в который активно вовлечен электроэнергетический дивизион Росатома. Рассматриваются разные варианты производства водорода для нужд промышленных предприятий, в том числе *электролиз* в тандеме с электроэнергией АЭС. Объемы производства водорода для локальных нужд металлургических предприятий могут быть сопоставимы с объемами экспортных поставок. Госкорпорация может выступать в таких проектах в роли инвестора и поставщика водорода. Важным элементом нашей стратегии является реализация совместных проектов за рубежом, где рынок сейчас более развитый и пользуется государственной поддержкой»





### Пилотный проект водородного поезда на острове Сахалин

Цель проекта — организация ж/д сообщения с использованием поездов на водородных топливных элементах на острове Сахалин

2019 год — подписание соглашения о сотрудничестве и взаимодействии по проекту

2024 год — ввод В-поезда в эксплуатацию

Участники

Росатом, РЖД, ТМХ, правительство Сахалинской области



2 водородные заправки — в Южно-Сахалинске и Холмске



7 водородных поездов — 5 двухвагонных и 2 трехвагонных

224 т/год

предполагаемая потребность в H<sub>2</sub>

243 000 чел.

пассажиропоток в год

305 км

среднесуточный пробег поезда

630 000 км

общий пробег парка в год

- Пилотный проект в Российской Федерации
- Вклад в климатическую программу Сахалинской области
- Отработка использования водородных технологий на железнодорожном транспорте

### Проект по производству водорода на Кольской АЭС

Ключевые параметры проекта

- Планируется сооружение **стендового испытательного комплекса** (СИК) по производству водорода и обращению с ним, а также **системы сжатия или сжижения и транспортировки**
- **Мощность СИК:** 1 МВт (возможность расширения до 10 МВт)
- **Свободная мощность** Кольской АЭС: 200 МВт, потенциал производства водорода — до 30 тыс. тонн
- **Срок ввода в эксплуатацию:** 2023 год
- **Потребление:** локальные проекты в РФ, включая декарбонизацию промышленных предприятий; экспорт в страны ЕС
- Кольская АЭС располагает 4 реакторами ВВЭР-440 мощностью 440 МВт каждый
- **КИУМ** — 60,9% (2020 год)
- На СИК предполагается размещение **электролизеров** НПО «Центротех» (входит в контур управления Топливной компании «ТВЭЛ»)
- **Этап масштабирования** — производство синтетических видов топлива на водородной основе в кооперации с немецкими партнерами



этом инвестор готов компенсировать до 60% капитальных либо операционных затрат, если в результате будут достигнуты цели декарбонизации их производства. Это колоссальная поддержка для компаний, работающих на этом рынке, которая говорит о том, что климатические цели сегодня ставятся во главу угла.

— Какие риски подстерегают на водородном пути развития экономики?

— Есть множество рынков, как внешних, так внутренних. Первый вызов — подтвердить прогнозы, которые эксперты делают в отношении водородной энергетики. В целом высока вероятность, что они сбудутся, если придерживаться базового сценария. Уже выделены значительные инвестиции в эту отрасль, и многие страны пошли по пути развития водородной экономики. По нашим оценкам, в ближайшее десятилетие заданная динамика развития рынка будет сохраняться. В Европе уже сделаны огромные вложения в НИОКР, создается инфраструктура для транспортировки водорода через трубопроводы. Проекты в этой области должны выйти на окупаемость уже через 10–15 лет. Сегодняшние лидеры водородного рынка, такие как США, Япония и ряд стран Европы, десятилетиями получали поддержку для развития технологий и реализации пилотных проектов в сфере водородных технологий, России же предстоит еще многое сделать в этом направлении. Тем не менее на федеральном уровне сейчас прорабатываются программы поддержки этого сектора, регионы также могут стимулировать развитие водородных технологий на своей территории.

На ближайшем этапе для себя мы видим риски, связанные с конкуренцией в программах экспорта: могут появиться сильные игроки с низкими базовыми затратами. Например, Австралия, Бруней, Саудовская Аравия планируют поставки в страны Азиатско-Тихоокеанского региона. В то же время у России, благодаря географическому расположению, есть большие преимущества с точки зрения логистики для перевозок водорода на европейские и азиатские рынки. С точки зрения технологических рисков следует принимать во внимание требования некоторых стран к «цвету» (то есть к технологии производства) водорода. Несмотря на то, что технология конверсии метана с улавливанием углекислого газа сегодня соответствует критериям экологов, ряд стран намерены использовать исключительно метод электролиза, что создает определенные ограничения. Это более дорогостоящая технология, и в этом случае европейская ветроэнергетика и солнечная генерация Ближнего Востока могут составить конкуренцию России.

Тем не менее такие страны, как Япония и Южная Корея, формируют программы с использованием «голубого» водорода. В приоритете — низкоуглеродный водород по доступной цене. Важная задача, стоящая сейчас перед Росатомом, — занять позиции на этих рынках, встроиться в международные цепочки поставок, получить необходимый опыт, понять нужды и реальные объемы спроса и развивать технологии исходя из потребностей рынка.

— Каковы перспективы высокотемпературных реакторных технологий, есть ли им место в планах? Какова в целом политика Росатома в расчете на роль вендора технологий?

— В Росатоме исторически сформирован научно-технологический задел в сфере использования реакторных технологий для решения промышленных задач. Мы уже провели анализ рынка и достигли взаимопонимания с разработчиками по целевым показателям, технологическим и коммерческим параметрам по всей линейке оборудования, которое уже нами освоено. В целом они выглядят конкурентоспособными на мировом рынке и даже опережают наших конкурентов по некоторым позициям.

### «Мы параллельно разрабатываем и электролизеры, и установки паровой конверсии метана, так как обе производственные цепочки имеют спрос на рынке»

Сейчас краткосрочная задача — вывести на рынок технологии и оборудование текущего технологического уклада. Помимо установок паровой конверсии метана и электролизеров, это емкости для хранения и транспортировки водорода, водородные топливные элементы для транспортного сектора. Более амбициозная задача — предложить рынку и отработать новые технологии, которые будут конкурентоспособны в будущем. Это пиролиз, высокотемпературный электролиз и различные решения в области топливных элементов.

Так, мы активно работаем над созданием высокотемпературного реактора с газовым охлаждением (HTGR), который позволит нам значительно снизить затраты на производство водорода. К особенностям высокотемпературных газоохлаждаемых реакторов, стимулирующих их применение в качестве энергоисточника при конверсии природного газа в водород, относят возможность генерации высокотемпературного тепла, передаваемого в технологический процесс, модульную конструкцию реактора, высокий уровень безопасности и маневренности.

До конца года мы рассчитываем провести глубокую проработку технологической стратегии на долгосрочную перспективу, в которой будут сформулированы приоритеты текущей программы и заделы на последующее опережение. Значительную роль в этом процессе будут играть программы технологической кооперации с российскими и зарубежными организациями, научными и инженеринговыми центрами, организациями Российской академии наук, Курчатовским институтом и другими.



**Текст:** Константин Мольцев  
**Фото:** Пресс-служба ЦКНТИ «Технологии новых и мобильных источников энергии»



# Атомный водород

Искать возможности, находить решения

С вопросами о перспективах водородной отрасли в России и мире, о роли Росатома в становлении нового технологического уклада, ожидаемых преимуществах и возможных рисках «Вестник атомпрома» обратился к одному из ведущих специалистов в области водородных технологий, руководителю Центра компетенций национальной технологической инициативы «Технологии новых и мобильных источников энергии», доктору химических наук Юрию Добровольскому.

— Юрий Анатольевич, в августе этого года правительство РФ утвердило Концепцию развития водородной энергетики. Привносит ли этот документ какие-либо изменения в работу, которая уже развернута в Росатоме и других компаниях в рамках их водородных программ?

— Работа во многих компаниях началась раньше принятия Концепции и других программных документов. Напомню, водород нашел место в обновленной Энергетической стратегии 2020 года, в октябре прошлого года принят план до 2024 года (дорожная карта), готовится Стратегия по развитию водородной энергетики. В последний год крупные компании активно интересуются водородом, поскольку в их интересах сохранение и усиление рыночных позиций. Экспортеры убедились в неизбежности трансграничного углеродного налога, который придет в 2026-м, единственный способ избежать его — это «озеленить» производство. Вся нефтегазодобыча и переработка связаны с выбросами углекислого газа и метана, которые придется снижать, но теперь уже и внутреннее использование водорода в процессах переработки компаниям стало интересно. Поэтому большинство крупных компаний имеют или готовят водородные программы. Так, на днях была озвучена стратегия Газпрома — некоторые оценки в ней пессимистичны

по датам, но изначально консервативная позиция уже в прошлом.

Интересы крупных игроков различны, поэтому подготовку федеральных документов сопровождали споры, и полученная Концепция — это компромиссный вариант между разными точками зрения. Исключены полярные позиции — и что водородом заниматься незачем, и что незачем заниматься чем-либо, кроме водорода. Установлено, что развивать надо и экспортные возможности, и внутренний спрос; что найдется место и традиционным поставщикам энергии, и новым игрокам. По всем позициям удалось найти золотую середину. Но как раз золотая середина мало кого устраивает — все стороны недовольны, поскольку победила не их «единственно правильная» позиция, а компромисс.

В Концепции можно выделить несколько частей: производство водорода, стратегия экспорта и внутреннего потребления, хранение и транспортировка, создание новых рынков для отраслей, которые могут пострадать от углеродного налога. Лидирует в идее экспорта, пожалуй, именно Росатом: его проекты и на Сахалине, и на Кольском полуострове ориентированы преимущественно на внешнего потребителя. Выделены организационные ресурсы, некоторые проекты вышли на стадию ТЭО. Понятно, что в крупных компаниях и корпорациях эти и другие проекты развиваются неторопливо — но в целом видно, что альтернативных путей нет.

Кроме того, в Концепции обозначен новый рынок — «зеленая» металлургия. Многие российские металлургические производства уже чище европейских, но «голубоваты» в энергопотреблении и поэтому пытаются найти ниши «озеленения», в том числе водород. Лидером по развитию таких проектов выделят «Металлоинвест», но и другие, например «Северсталь», формируют ТЭО.

Более-менее близки к реализации проекты в сфере транспорта: они начали развиваться до формирования Концепции. Это связано с тем, что на сегодняшний день водородный транспорт уже просчитывается как экономически выгодный даже без учета углеродных налогов, и этот сегмент рынка сможет приобретать большие объемы водорода уже в ближайшем будущем. Российскими лидерами в разработке водородных транспортных средств выступают НАМИ (водородный AURUS), КАМАЗ: они заблаговременно начали разработку транспортных средств, уже демонстрируют опытные образцы. Другие автомобильные компании, меньшего масштаба, также включаются в разработки.

Для водородного автотранспорта сложности связаны с инфраструктурой заправок. По стоимости эта сеть проигрывает электрозаправкам, и, по большому счету, именно это лимитирует приход водорода в транспортную сферу. Проекты создания заправочных сетей сложны, они включают и производство, и транспортировку, но целый ряд компаний интересуется

такими решениями. Нефтегазовые компании свою нишу ищут именно в заправочном сегменте, типичный пример — «Газпром нефть», которая стремится выйти на снабжение будущего проекта водородного транспорта Москвы. Полагаю, что развитие водородного транспорта в столице резко ускорится, когда определит свою позицию Департамент транспорта. Уже есть меморандумы Роснано, КАМАЗа, правительства Москвы по производству пассажирских водоробусов, но конкретные цифры еще не определены. Опять же идет проработка, обсуждение концепции, ТЭО и так далее.

Активно действует ОАО «РЖД»: там рассматривается несколько проектов по подвижному составу, вариантам электрификации магистралей с использованием водорода и в целом возобновляемой энергетики. РЖД участвует в совместном проекте с Росатомом на Сахалине. Высшее руководство железных дорог действительно весьма интересуется тематикой «озеленения» их отрасли, чему лично я получил подтверждение: на выступление мне дали 20 минут сверх регламента, что случается на совещаниях железнодорожников очень редко. РЖД тоже не самая быстрая система, но они заинтересованы в развитии ВЭИ (например ветрогенерации) в зонах вдоль крупных магистралей, таких как Транссиб: это возможность создать генерирующие мощности, производить водород для собственных нужд, транспортировать его.

Словом, водородная энергетика, а точнее, водородная экономика (потому что водород меняет структуру в целых производственных отраслях, а далеко не только в энергетике) формируется, но причина этому не влияние федеральных программ, а общее направление развития в мире. Значимый для нас фактор развития заключается в том, что часть производства страны, эксперты министерств и крупных компаний убедились: водород действительно наступает, и пора предпринимать активные шаги. В дорожной карте, принятой осенью 2020 года, бюрократы немало срезали из более прогрессивного варианта, но концепция августа 2021 года написана уже более инженерно. Можно рассчитывать, что Стратегия будет совсем техническим документом — разработкой не менеджеров, а экспертов-технологов.

— Насколько предсказуем успех проектов Росатома — и Сахалинского, и Кольского?

— Комплексные проекты Росатома, особенно Сахалинский, выглядят масштабно. Если рассуждать о рисках, они просматриваются прежде всего в синхронизации усилий других участников проектов — смогут ли различные большие компании согласовать и одновременно реализовать все проекты, что сегодня представлены в презентациях.

Настороженность вызывают сроки, суммы и масштаб, которые озвучиваются. Хотелось бы увидеть задуманное воплощенным в реальности: если эта работа будет выполнена, то получится один из красивейших в мире проектов. Хотя не радует то, что сегодня

~9,7 млн тонн

водорода всех типов потреблялось в Европе в 2020 году

40 GВт

мощностей электролизеров планируется ввести в Европе до 2030 года

10 млн тонн в год

планируемый прирост производства водорода на электролизерах в Европе до 2030 года



на Сахалине планируется использовать большие объемы импортных технологий. Понятно, что это снижает риски и ускоряет сроки реализации, но нам нужно развивать российскую промышленность, тем более что именно эта цель — найти место российским разработчикам и изготовителям оборудования — отражена в федеральных документах. Понятно, что у нас нет в настоящее время таких игроков, которые могут обеспечить заданные требования, поэтому для выдерживания сроков и снижения рисков Росатом вынужден задействовать импортных поставщиков, готовых гарантировать результат.

Кольский проект также выглядит убедительно, но есть проблемы — не в технологиях электролиза и их дороговизне (эти факторы не определяющие), а в транспортировке водорода. Избыточные мощности, которые сегодня есть в регионе, не настолько велики, чтобы создать перспективный кластер для производства водорода,— хотя их более чем достаточно для отработки технологий и экономических моделей. Главная сложность Кольской площадки, которая вроде бы близка к Европе,— это удаленность от инфраструктуры. Если Сахалин может быть связан морским транспортом со всеми огромными рынками Азии, а также через Севморпуть с Европой, то Кольская АЭС дальше от готовых маршрутов, и проблема не столько в получении водорода, сколько в его хранении и транспортировке. Для Кольского региона проблема сбыта не является неразрешимой, можно рассмотреть много вариантов помимо экспорта.

Возможно, именно сбыт водорода для внутренних потребностей может стать основой для экономики этого проекта, тем более что цель площадки сейчас — именно отработка технологий. Наверное, для производства водорода следует рассмотреть сочетание ВИЭ (в регионе активно развивается ветрогенерация) и атомной генерации. Для сбыта водорода за пределы региона потребуются создание транспортной инфраструктуры. Самая дешевая транспортировка — по трубопроводам, однако оператором этих систем выступает наша газовая монополия. Есть спорные вопросы из сферы материаловедения: можно ли и в каком количестве добавлять водород в магистральные газопроводы. Это все тоже решается, но, полагаю, что пробиться в газопроводы со своей продукцией и иметь независимую роль будет сложно. Не исключено, что перспективнее найти другие решения для накопления и транспортировки. Например, учесть то, что при низком давлении водород хранится безопасно, долго и дешево. Возможно, следует рассмотреть строительство специализированного газопровода для отгрузки на водный транспорт — крупнотоннажные поставки на судах сейчас наиболее перспективный метод транспортировки. Также водород может быть эффективным топливом для бункеровки самих судов.

Есть еще одна нерешенная проблема для экспорта водорода с Кольской АЭС. Эта площадка расположена близко к Европейскому союзу, одному из привлекательных рынков. Но в некоторых странах Европы существует огромное сопротивление тому, чтобы

энергию АЭС признавать зеленой наравне с ВИЭ, и такое же отношение переносится на «оранжевый» водород. Сложно оспаривать низкоуглеродность атомной энергии, но сопротивление ядерным технологиям в целом остается. На мой взгляд, Росатому в связке с Министерством иностранных дел РФ, экономическими и энергетическими министерствами важно сконцентрировать усилия на лоббировании интересов ядерных технологий за рубежом. Тем более что для этого есть и союзники — так, Франция в полемике с Германией отстаивает позиции ядерной отрасли; контакты выстроены на уровне профильных энергетических ведомств, участвуют сотни экспертов. Российский голос в европейской энергетической полемике формально представлен, но это лишь несколько человек, и скорее дипломаты, чем эксперты от энергетики. Чтобы действительно заложить основу для присутствия атомной энергетики в водородной повестке, Росатому нужно включаться в этот огромный пласт работы. Иначе, получив «оранжевую» окраску, атомный водород можно будет направлять лишь на часть рынков, также ожидая дискриминации, либо на внутреннее потребление.

Но, если сбыт в Европу с Кольской площадки проблематичен, можно рассмотреть возможность поставок в Санкт-Петербург, этот мегаполис с высокой степенью вероятности станет после Москвы вторым по значимости регионом, где будет тестироваться водородный уклад экономики. Как обеспечить транспортировку продукции — вопрос открытый; полагаю, надо оценить внутренние водные маршруты и возможности строительства трубопровода до терминала. Так, расстояние от Полярных Зорь до Кандалакши, где есть глубоководный круглогодичный морской терминал с выходами на Севморпуть и в Беломорско-Балтийский канал, меньше 25 км — это вполне решаемый вопрос.

— **Можно ли рассчитывать на водород как источник накопления энергии в больших количествах — для балансирования выработки, с направлением его на специализированную турбину для генерации в моменты максимума?**

— Что касается водорода как способа хранения энергии, это не лучший способ — аккумуляторы выигрывают в КПД; есть и технические проблемы высокотемпературного горения водорода, но поиск качественных решений идет. В целом водород как продукт сегодня не столь актуален для большой энергетики, это скорее возможность «озеленения» всей экономики. Основные проекты ожидаются не в электрогенерации, а в энергопотребляющих производствах: металлургии, стекольной промышленности, производстве цемента и удобрений, даже в нефтехимии. По всей видимости, именно ставка на эти задачи позволит и выстроить экономику самих водородных проектов, и сделать максимально весомый вклад в климатическую повестку.

Впрочем, в электроэнергетике есть области, где использование водорода выгодно. Прежде

«Водородная энергетика, а точнее, водородная экономика — потому что водород меняет структуру в целых производственных отраслях, а далеко не только в энергетике — формируется, но причина этому не влияние федеральных программ, а общее направление развития в мире. Значимый для нас фактор развития заключается в том, что часть руководства страны, эксперты министерств и крупных компаний убедились: водород действительно наступает, и пора предпринимать активные шаги»

всего — балансирование систем с большой долей ВИЭ, работающих циклично. На Сахалине, возможно, возникнет интересное сочетание газовой и ветрогенерации с водородом (это, как я отметил, актуально и для Кольского проекта). И хотя аккумуляторное хранение энергии имеет более высокий КПД по сравнению с водородом (65 % против 50 %), водород хранить выгоднее. По большому счету аккумуляторы и водород и в электроэнергетике, и в транспорте — это взаимодополняющие проекты. Если нужно «спрямлять» генерацию во время безветрия в коротких циклах, то нужны аккумуляторы; если циклы длительные — лучше, безусловно, водород. Так же и в транспорте, где в развитой инфраструктуре выигрывает аккумулятор, а на длинном плече перевозок — водород.

Для нужд энергосистем сегодня более перспективным видится масштабирование производства топливных элементов. Они пока сравнительно дорогие, но по эффективности преобразования уже превосходят турбину, предпочтительны по экологическим параметрам, не предполагают высокой температуры и давления — то есть дешевле и проще в эксплуатации. Полагаю, что для Кольского полуострова с его холодным климатом накопление водорода будет актуально для обогрева, при использовании в качестве топлива для котельных. Тогда, действительно, накопленные в теплое время запасы можно будет расходовать зимой. Технологии длительного хранения водорода имеют огромный, десятикратный запас для снижения стоимости — если аккумуляторные технологии и технологии топливных элементов более-менее достигли своего предела, то здесь есть большие возможности. Кроме того, по прогнозам за 5 лет

электролизеры тоже должны упасть в цене за счет массовости производства (хотя пока цена растет в силу возросшей потребности: пилотные проекты водородной энергетики вызвали спрос, а производство не успевает).

— **Какие «лакуны» производственных цепочек Росатом может решить своими силами либо в кооперациях?**

— Их много, но следует учитывать следующий фактор. В силу исторических причин и особенностей деятельности Росатом склонен замыкаться на собственных компетенциях. В атомной отрасли они бесспорны, но в водородной тематике лидеры ушли далеко вперед. Надо более комплексно смотреть на задачу, не нужно воспринимать водород как повод загрузить свои производства с заделами 1960-х. А нужно создавать новые кооперации и новые производства. Самым простым путем была бы локализация импортных технологий, но для водорода в ближайшее время это сложно, поскольку все занимаются построением водородной экономики, и оборудование заказано на годы вперед. И, пожалуй, не стоит форсировать локализацию и масштабирование производства, рынок сбыта лишь возникает и его емкость и структуру невозможно оценить. Хотя и сидеть в ожидании не следует — по крайней мере до 2026 года все цифры понятны, можно действовать в доступном масштабе. Другой аспект в том, что деятельность Росатома — это «двойное назначение», есть риск попасть под действие списков нераспространения, не говоря уже о политических рычагах. Если даже на рынках нефтегазового сырья этот инструмент используется, тем более он будет применен в этом



случае, когда конкуренция обострится. Поэтому надо создавать российские кооперации, и эту задачу в Росатоме тоже решают, но это сложно: скорее, пока видны попытки опереться на внутренние ресурсы госкорпорации. Впрочем, потихоньку точка зрения крупных компаний, корпораций меняется: идет поиск хотя бы мелких фирм, которые производят что-то в этой области. Кроме того, действительно может сложиться непрофильный бизнес, опирающийся не на атомную генерацию и специфические компетенции, а на широкий спектр возможностей.

— Следует ли полагать, что в таком случае перспективно создание «песочницы» для отлова инноваторов водородной тематики?

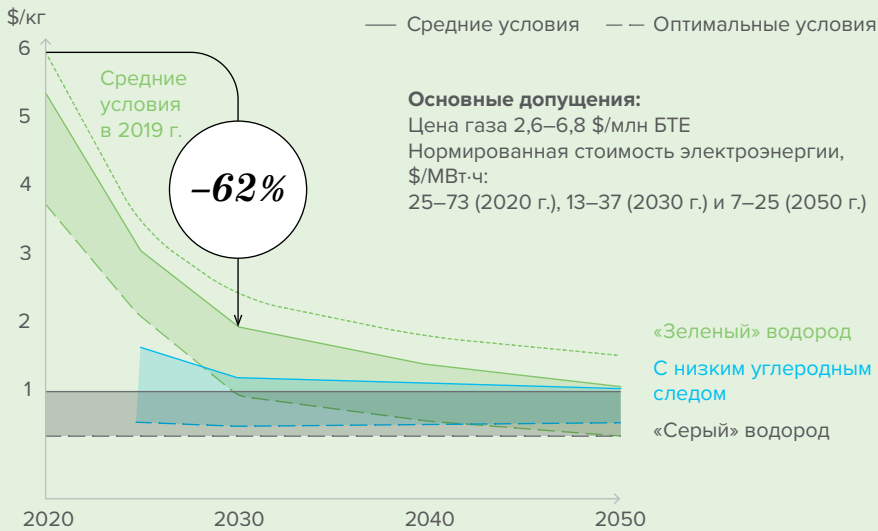
— Водородная энергетика сегодня пока еще не для инноваторов: «песочницы» и акселераторы нужны, когда надо совершенствовать известный процесс. Сейчас нужна работа по накоплению исковых компетенций. В России они сконцентрированы в академической среде и намного меньше в производствах. Мы в демонстрационном центре компетенций НТИ пытаемся выстраивать этот мостик, связать живые и активные островки. Получается диалог и с Росатомом, но есть много возможностей сделать работу динамичнее. Понимая специфику госкорпорации, думаю, что должны выстраиваться кооперации внутренних организаций и предприятий Росатома с мелкими разработчиками и производителями — электролизерами, топливных элементов и так далее. Госкорпорация в целом, и особенно ТВЭЛ, делают шаги в этом направлении. Я хорошо вижу это, поскольку сам работаю с этими мелкими производителями.

— Есть ли смысл сосредоточиться на высокотемпературных реакторах для промышленного производства водорода в альянсах с сегодняшними добывающими компаниями?

— Метод паровой конверсии с возможным использованием тепла атомных установок имеет существенный недостаток — выбросы углекислого газа, что не будет одобрено мировым сообществом. Термолиз, предполагающий более сложный энергонапряженный процесс, будет давать в отходы чистый углерод: его захоранивать легче, чем двуокись, но опять же мировая ситуация складывается так, чтобы уйти в целом от углеводородного сырья, и не важно, есть ли при этом выбросы в атмосферу. В этом нет никаких теорий заговора, но есть все основания считать, что Запад действительно определился с новым технологическим укладом. И если мы сохраняем европейский вектор развития, то должны встраиваться в общую концепцию. По всей видимости, к 2050 году большая часть водорода будет «зеленой», а углеводороды будут вытесняться все больше. Поэтому решения с термолизом, паровой конверсией если и следует рассматривать, то лишь на перспективу двух-трех десятилетий. Но, обосновав экологичное будущее атомной генерации, этот коридор возможностей можно открыть. Также можно искать другие пути. Например, есть весьма интересный метод высокотемпературного электролиза на твердооксидных топливных элементах: если на электролизер подать дополнительное тепло, то его условный КПД относительно электричества вырастет больше 100%. Нагрев требуется на уровне 600–800 °C, так почему бы не использовать для этого ядерную энергию?

Производственная себестоимость водорода

Источник: Hydrogen Insights Report 2021 Hydrogen Council, McKinsey & Company



«Зеленый» водород

- Система ВИЭ/электролизер
- Полностью гибкое производство
- Масштабирование производства «зеленого» водорода
- Дополнительные затраты для достижения конечной цены поставки

Водород с низким углеродным следом

- Разработка трубопроводов CO<sub>2</sub> и объектов с возможностью масштабирования
- Рост производства водорода с низким углеродным следом
- Расширение использования технологии улавливания и хранения углерода в других областях помимо производства водорода

Вектор чистой энергии

Международное энергетическое агентство опубликовало Global Hydrogen Review 2021. МЭА признает темпы развития водородных технологий недостаточными и призывает в полную силу использовать потенциал водорода для создания устойчивой энергетической системы и достижения целей по нулевым выбросам к 2050 году



В настоящее время, говорится в докладе, водород производится почти исключительно из ископаемого топлива. Но есть и признаки прогресса. Так, мировые мощности электролизеров за последние пять лет увеличились вдвое. Водород является ключевым элементом декарбонизации в промышленности, и хотя большинство технологий все еще находится в стадии разработки, уже делаются серьезные шаги по их внедрению. Разрабатываются или уже запущены пилотные и демонстрационные проекты с использованием водорода, произведенного с использованием источников с низкой эмиссией CO<sub>2</sub> (далее — низкоуглеродный водород) в разных областях, таких как производство стали, аммиака, цемента, керамики, стекла, а также проекты по использованию водородного топлива в железнодорожном транспорте, судоходстве и авиации.

Однако усиление роли низкоуглеродного водорода в процессе перехода к чистой энергии требует изменений в создании спроса. И правительства уже обсуждают использование широкого спектра инструментов, включая плату за выбросы, квоты и требования в области государственных закупок. Быстрое и повсеместное принятие таких мер могло бы значительно увеличить спрос, однако главным препятствием для

низкоуглеродного водорода является разрыв в цене с водородом, получаемым из ископаемых видов топлива. В настоящее время производство водорода из ископаемого топлива является самым дешевым вариантом в большинстве регионов мира, но для производства «зеленого» водорода существуют значительные возможности по сокращению производственных затрат за счет технологических инноваций и расширения масштабов внедрения.

МЭА считает, что низкоуглеродный водород может стать конкурентоспособным в течение следующего десятилетия. Однако без решительных политических действий этот процесс не будет происходить в темпе, необходимом для достижения климатических целей. В качестве ключевых мер для расширения масштабов использования низкоуглеродного водорода МЭА называет стимулирование спроса, увеличение инвестиций в создание производств и инфраструктуры, развитие глобального водородного рынка, ускоренное внедрение инноваций, более тесную координацию международных инициатив.

Основные цифры из доклада МЭА и характеристики национальных водородных стратегий — далее в нашем обзоре.



Источник: Global Hydrogen Review 2021, Международное энергетическое агентство IEA

# Мир водорода в цифрах

## 17 государств

на сегодняшний день опубликовали национальные стратегии развития водородных технологий, в то время как в 2019 году их было всего три (Франция, Южная Корея, Япония)

## >20 правительств

публично заявили, что они разрабатывают стратегии развития водородных технологий

## 90 млн тонн

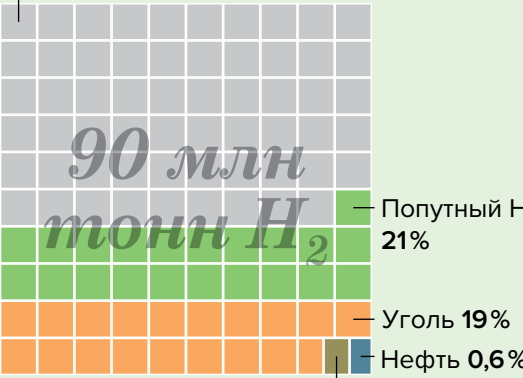
составил в 2020 году спрос на водород. Практически весь этот объем использовался для нефтепереработки и промышленного применения и производился почти исключительно из ископаемого топлива, что привело к выбросам примерно 900 млн тонн CO<sub>2</sub>

## до 10 %

общего конечного потребления энергии согласно документу МЭА «Нулевые выбросы к 2050 году: дорожная карта для глобального энергетического сектора» (в шесть раз по сравнению с сегодняшним уровнем) может вырасти использование водорода, причем предполагается, что весь этот объем должен производиться из низкоуглеродных источников

### Источники производства водорода, 2020 год

Природный газ (без исп. технологий улавливания CO<sub>2</sub>) **59 %**



Природный газ (с исп. технологий улавливания CO<sub>2</sub>) **0,7 %**

## Технологии электролиза

### более 300 MWt

составили к середине 2021 года мировые мощности электролизеров, необходимых для производства водорода из электроэнергии. За последние пять лет эти мощности увеличились в два раза

## 40 %

мировой установленной мощности электролизеров приходится на Европу

## до 54 GWt

могут быть доведены глобальные мощности электролизеров к 2030 году — в стадии разработки находятся около 350 проектов

## Технологии с улавливанием CO<sub>2</sub>

## 16 проектов

по производству водорода из ископаемого топлива с использованием технологий улавливания, использования и хранения углерода (CCUS) действуют сегодня, производя 0,7 млн тонн водорода в год

## >9 млн тонн

предполагаемое годовое производство водорода с использованием технологий улавливания, использования и хранения углерода (CCUS) к 2030 году (50 проектов находятся в стадии разработки)

### Согласно дорожной карте МЭА по достижению нулевых выбросов к 2050 году:

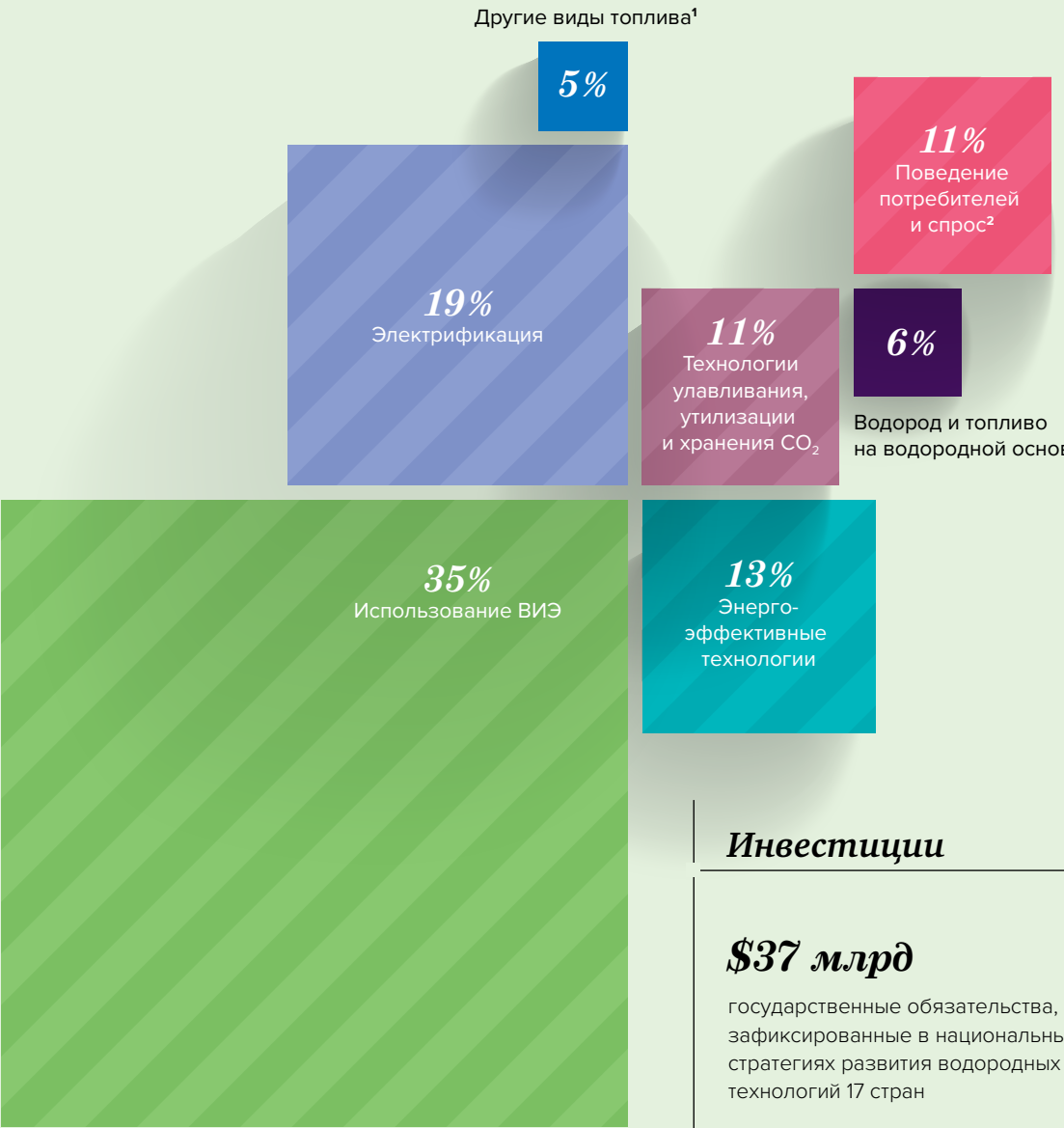
Доля видов топлива в общем конечном потреблении (ОКП) энергии



### Источники для производства водорода



### Совокупное снижение выбросов в соответствии с мерами, предусмотренными дорожной картой МЭА по достижению нулевых выбросов к 2050 году



<sup>1</sup>«Другие виды топлива» означает переход с угля и нефти на природный газ, атомную энергию, гидроэнергетику, геотермальную энергию и т.д.

<sup>2</sup>«Поведение» относится к изменениям спроса на энергетические услуги, связанным с решениями пользователя (например, изменение температуры нагрева); «спрос» — к изменениям спроса в результате технологических разработок (например, цифровизации)

## Транспорт

### на 70 %

снизилась стоимость автомобильных топливных элементов с 2008 года

### в 6 раз

выросло на дорогах количество автомобилей с топливными элементами — с 7000 автомобилей в 2017 году до более 43000 к середине 2021 года

### 11 миллионов

общее количество электромобилей в мире в 2021 году

### 20 %

транспортных средств на топливных элементах в мире на сегодняшний день — грузовики и автобусы, в то время как в 2017 году практически все а/м на топливных элементах были легковыми

## Цены

### \$0,5–1,7 за кг

составляет нормированная стоимость производства водорода из природного газа (в зависимости от региональных цен на газ). Использование технологий улавливания CO<sub>2</sub> увеличивает стоимость производства примерно до \$1–2 за кг

### \$3–8 за кг

цена водорода, произведенного с помощью возобновляемых источников энергии, на сегодняшний день

### \$1,3 за кг

предполагаемая цена водорода, произведенного с помощью возобновляемых источников энергии, в 2030 году — согласно дорожной карте по достижению нулевых выбросов к 2050 году, предложенной МЭА (в дальнейшей перспективе — \$1 за кг)



Источник: Global Hydrogen Review 2021,  
Международное энергетическое агентство IEA

# Эра водорода

Национальные водородные стратегии: цели, приоритеты, госинвестиции

- Авиация
- Горная промышленность
- Здания
- Нефтепереработка
- Производство стали
- Производство электроэнергии
- Промышленность
- Судоходство
- Транспорт
- Химические производства
- Экспорт

Год принятия водородной стратегии

| Страна                | Цели к 2030 году                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Производство                                                                                                                                                  | Применение                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | \$ млрд                |
|-----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|
| АВСТРАЛИЯ 2019        | Не указаны                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Из угля (с улавливанием CO <sub>2</sub> — $\Phi$ CO <sub>2</sub> )   Электролиз (возобновляемые источники — [ви])   Из природного газа $\Phi$ CO <sub>2</sub> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | ~0,9                   |
| ВЕЛИКОБРИТАНИЯ 2021   | 5 ГВт — производственные мощности (низкоуглеродный H <sub>2</sub> )                                                                                                                                                                                                                                                | Из природного газа $\Phi$ CO <sub>2</sub>   Электролиз                                                                                                        |                                                                                                      | ~1,3                   |
| ВЕНГРИЯ 2021          | 20 тыс. тонн в год — производство низкоуглеродного H <sub>2</sub><br>16 тыс. тонн в год — производство безуглеродного H <sub>2</sub><br>240 МВт — электролиз<br>34 тыс. тонн в год — использование низкоуглеродного H <sub>2</sub><br>4800 автомобилей на топливных элементах<br>20 водородных заправочных станций | Электролиз   Из ископаемого топлива $\Phi$ CO <sub>2</sub>                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | н. д.                  |
| ГЕРМАНИЯ 2020         | 5 ГВт — электролиз                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Электролиз [ви]                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                   | ~10,3<br>до 2030 года  |
| ЕВРОСОЮЗ 2020         | 40 ГВт — электролиз                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Электролиз [ви]   В переходном периоде — из природного газа $\Phi$ CO <sub>2</sub>                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | ~4,3<br>до 2030 года   |
| ИСПАНИЯ 2020          | 4 ГВт — электролиз<br>25 % безуглеродного H <sub>2</sub> в промышленности<br>5000–7500 легковых и грузовых автомобилей на топливных элементах<br>150–200 автобусов на топливных элементах<br>100–150 водородных заправочных станций                                                                                | Электролиз [ви]                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                   | ~1,8                   |
| КАНАДА 2020           | 4 млн тонн H <sub>2</sub> в год — общее использование (6,2 % общего конечного энергопотребления)                                                                                                                                                                                                                   | Из биомассы   Попутный H <sub>2</sub>   Электролиз   Из природного газа $\Phi$ CO <sub>2</sub>   Из нефти $\Phi$ CO <sub>2</sub>                              |         | ~0,019<br>до 2026 года |
| НИДЕРЛАНДЫ 2019, 2020 | 3–4 ГВт — электролиз<br>300 000 автомобилей на топливных элементах<br>3000 большегрузных автомобилей на топливных элементах (цель на 2025 год, в настоящее время пересматривается)                                                                                                                                 | Электролиз [ви]   Из природного газа $\Phi$ CO <sub>2</sub>                                                                                                   |                                                                                              | ~0,08<br>в год         |

Помимо этого выделено ~\$7,6 млрд на поддержку технологий чистой энергии, включая H<sub>2</sub>

| Страна                  | Цели к 2030 году                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Производство                                                                     | Применение                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | \$ млрд               |
|-------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| НОРВЕГИЯ 2020, 2021     | Не указаны (стратегия определяет параметры конкурентоспособности водородных технологий и проектов)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Электролиз [ви]   Из природного газа $\Phi$ CO <sub>2</sub>                      |                                                                                                                                                                                                                                                                            | ~0,021<br>на 2021 год |
| ПОРТУГАЛИЯ 2020         | 2–2,5 ГВт — электролиз<br>1,5–2 % общего конечного энергопотребления<br>1–5 % конечного энергопотребления в дорожном транспорте<br>2–5 % конечного энергопотребления в промышленности<br>10–15 % H <sub>2</sub> по объему в газовых сетях<br>3–5 % конечного энергопотребления в морском транспорте<br>50–100 водородных заправочных станций                                                                                                                              | Электролиз [ви]                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                            | ~1<br>до 2030 года    |
| РОССИЯ 2020             | 2 млн тонн — экспорт H <sub>2</sub>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Электролиз   Из природного газа $\Phi$ CO <sub>2</sub>                           |                                                                                                                                                                                         | н. д.                 |
| ФРАНЦИЯ 2018, 2020      | К 2030 году:<br>6,5 ГВт — электролиз<br><br>К 2028 году:<br>20–40 % безуглеродного H <sub>2</sub> в промышленности<br>20 000–50 000 легковых автомобилей на топливных элементах<br>800–2000 грузовых автомобилей на топливных элементах<br>400–1000 водородных заправочных станций                                                                                                                                                                                        | Электролиз                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                            | ~8,2<br>до 2030 года  |
| ЧЕХИЯ 2021              | 97 тыс. тонн в год — спрос на низкоуглеродный H <sub>2</sub>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Электролиз                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | н. д.                 |
| ЧИЛИ 2020               | 25 ГВт — электролиз (цель соотносится не с установленной мощностью, а с проектами, на которые выделено финансирование)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Электролиз [ви]                                                                  |       | ~0,05<br>на 2021 год  |
| ЮЖНАЯ КОРЕЯ 2019        | К 2030 году:<br>1,94 млн тонн H <sub>2</sub> в год — общее использование<br><br>К 2040 году:<br>2,9 млн автомобилей на топливных элементах (+ 3,3 млн автомобилей — экспорт)<br>1200 водородных заправочных станций<br>80 000 такси на топливных элементах<br>40 000 автобусов на топливных элементах<br>30 000 грузовых автомобилей на топливных элементах<br>8 ГВт — стационарные топливные ячейки (+ 7 ГВт — экспорт)<br>2,1 ГВт — микрогенерационные топливные ячейки | Попутный H <sub>2</sub>   Электролиз   Из природного газа $\Phi$ CO <sub>2</sub> |                                                                                                                                                                                                                                                                      | ~2,2<br>в 2020 году   |
| ЯПОНИЯ 2019, 2020, 2021 | 3 млн тонн H <sub>2</sub> в год — общее использование<br>420 тыс. тонн низкоуглеродного H <sub>2</sub><br>800 000 автомобилей на топливных элементах<br>1200 автобусов на топливных элементах<br>10 000 вилочных погрузчиков на топливных элементах<br>900 водородных заправочных станций<br>3 млн тонн — потребность в NH <sub>3</sub>                                                                                                                                   | Электролиз   Из ископаемого топлива $\Phi$ CO <sub>2</sub>                       |       | ~6,5<br>до 2030 года  |



# Зеленое ускорение

Российское правительство создает привилегии для устойчивого и зеленого финансирования

В России формируется рынок зеленого и устойчивого финансирования. Росатом уже его опробовал: выпустил зеленые облигации, а также взял кредит, где ставка привязана к выполнению устойчивых условий. В будущем такое финансирование должно стать еще привлекательнее, так как российское правительство разрабатывает меры по его поддержке.

**Практика Росатома**  
Госкорпорация стала одной из первых в России компаний, которая стала активно использовать различные зеленые финансовые инструменты. В июне 2021 года «Атомэнергопром», объединяющий гражданские активы Росатома, разместил дебютный выпуск зеленых облигаций номинальным объемом 10 млрд руб. Деньги от размещения идут на рефинансирование расходов по программе «Ветроэнергетика». Выпуск также стал первым размещением российского эмитента для финансирования генерации на базе ВИЭ.

Есть у Росатома и примеры зеленого кредитования. В январе 2021 года АО «ВетроОГК-2» (входит в «Новавинд», дивизион Росатома по ветроэнергетике) закрыл сделку с «Газпромбанком» по финансированию сооружения нескольких ВЭС суммарной мощностью 340 МВт. И для Росатома, и для «Газпромбанка» это был первый кредит, в котором ставка кредитования привязана к соблюдению принципов устойчивого развития.

Кроме того, весной 2021 года компания АО АККУЮ НУКЛЕАР (входит в Росатом) привлекла несколько кредитов для финансирования строительства АЭС «Аккую» в Турции. В марте компания привлекла от «Совкомбанка» два кредита — в размере до \$200 млн и до \$100 млн сроком на 7 лет. В апреле соглашение о предоставлении невозобновляемой кредитной линии сроком на 7 лет с лимитом выдачи \$500 млн было подписано с банком «Открытие». Все эти кредиты предполагают выполнение АО АККУЮ НУКЛЕАР ковенантов (условий) в области устойчивого развития. Соблюдение ковенантов подразумевает установление для заемщика пониженной ставки по кредиту.

**Выгоды зеленого финансирования**  
Банкам и покупателям облигаций (часто это крупные финансовые институты) финансирование устойчивых и зеленых проектов выгодно, так как позволяет заявлять о себе как об организациях, соответствующих принципам устойчивого развития и зеленой экономики. И как следствие — привлекать ответственных вкладчиков. Количество таких инвесторов пока превышает количество объектов инвестиций, спрос не удовлетворен. Высокий интерес объясняет, почему у зеленых банковских кредитов и выпусков облигаций банковская ставка и размер купонного дохода ниже традиционных. Например, объем заявок инвесторов на зеленые облигации «Атомэнергопрома» превысил предложение в восемь раз. Переподписка позволила снизить ставку купона с изначально запланированных 7,7–7,8% до 7,5% годовых. Для эмитентов и заемщиков устойчивые и зеленые кредиты и выпуски облигаций привлекательны более низкой ценой привлеченных денег.

Высокий интерес к устойчивым объектам инвестиций — общемировой тренд. Так, объем заявок на октябрьский выпуск зеленых облигаций Евросоюза на сумму €12 млрд составил €135 млрд. По данным Еврокомиссии, доходность облигаций составляет 0,453%. Дисконт за «зеленость» (в английской терминологии — greenium) составил, по информации Reuters, 2,5 базисных пункта.

Но в российском правительстве считают, что для развития зеленого и устойчивого финансирования интереса инвесторов к устойчивым проектам недостаточно, необходимы дополнительные стимулы. Первым шагом по поддержке устойчивых инвестиций стало принятие в сентябре 2021 года «Критериев проектов устойчивого (в том числе зеленого) развития в Российской Федерации». В документе представлен список отраслей и видов проектов, а также критериев, на основании которых правительство причисляет отрасль или проект к числу зеленых и устойчивых. Список нужен как заемщикам и эмитентам облигаций, так и инвесторам в качестве признанного эталона — что в России можно считать устойчивым и зеленым, а что нет. Важно, что в список вошли атомная энергетика, топливо для нее и хранение и (или) утилизация отходов атомной энергетики.

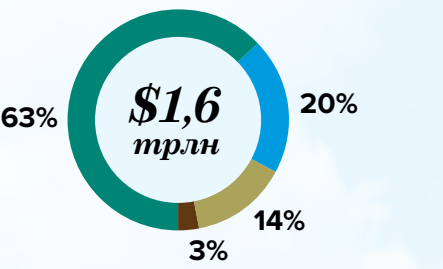
Следующий шаг — разработка списка мер, которые должны поддержать интерес к устойчивому финансированию. «Речь идет о таких мерах поддержки, как субсидирование купонных платежей по облигациям и процентных платежей по кредитам. Возможно специальное регулирование со стороны Банка России. Возможны какие-то налоговые льготы для зеленых финансовых инструментов. Мы ожидаем, что первые меры появятся в середине 2022 года», — сообщил, выступая на горнопромышленном форуме «Майнекс Россия», исполнительный директор по ESG ВЭБ.РФ Дмитрий Аксаков. Также он не исключил, что в список мер господдержки для зеленых облигаций войдут снижение требований по риск-весу и упрощенная процедура размещения с меньшим количеством требуемых документов.

Госкорпорация со своей стороны намерена тиражировать уже отработанные подходы к устойчивому и зеленому финансированию на проекты — как самого Росатома, так и входящих в него организаций.

## Справка

До конца 2021 года, по оценкам Moody's, зеленых облигаций по всему миру будет выпущено на \$450 млрд — в полтора раза больше, чем в 2020 году. По данным на 12 октября 2021 года, в секторе устойчивого развития Московской фондовой биржи было зарегистрировано 19 выпусков облигаций на общую сумму свыше 128,7 млрд рублей. Из них шесть выпусков — в 2021 году. Пока эти объемы нельзя назвать впечатляющими, если сравнить их с объемами привлеченного финансирования на рынке зеленых и социальных облигаций в других странах (см. таблицу «Объемы устойчивого финансирования в разных странах»), но работа в этом направлении в России только началась.

## Глобальный рынок ESG-облигаций



- Зеленые облигации
- Социальные облигации
- Облигации устойчивого развития
- Облигации с привязкой к КПЭ

Источник: Bloomberg, по состоянию на 24.06.2021

## Объемы устойчивого финансирования в разных странах

| Зеленые облигации |         |
|-------------------|---------|
| Страна            | \$ млрд |
| США               | 61,4    |
| Германия          | 41,3    |
| Франция           | 37,0    |
| Китай             | 15,7    |
| Нидерланды        | 15,0    |
| ...               |         |
| Россия            | 2,4     |

| Социальные облигации |         |
|----------------------|---------|
| Страна               | \$ млрд |
| Франция              | 49,6    |
| США                  | 10,3    |
| Япония               | 8,3     |
| Корея                | 7,7     |
| Нидерланды           | 4,5     |
| ...                  |         |
| Россия               | 0,4     |

Источник: «Эксперт РА», bonddata.org



|                     |                                                                                    |                                                                                                                                   |
|---------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Устойчивое развитие |                                                                                    | На фото                                                                                                                           |
|                     | <p><b>Текст:</b> Ирина Проровская</p> <p><b>Фото:</b> ООО «АРМЗ Горные машины»</p> | <p>Дизельная ПДМ Aramine L350D, на ее базе проектируется аккумуляторная ПДМ, производство которой будет локализовано в России</p> |



# Заряд на будущее

В русле общеэкологических трендов: локализация производства горно-шахтной аккумуляторной техники на ППГХО

Сегодня, когда мир ищет способы замедлить темпы глобального изменения климата, электротранспорт можно увидеть не только на дорогах. На Приаргунском производственном горно-химическом объединении им. Е. П. Славского (ППГХО) такая техника работает под землей на глубине 800 метров.

**Аккумулятор против дизеля**  
Проект производства аккумуляторной горно-шахтной техники стартовал в апреле 2019 года

с соглашения между АО «Атомредметзолото» (Урановый холдинг «АРМЗ», горнорудный дивизион Росатома) и французской компанией Aramine SAS — одним из крупнейших в мире производителей подземной узкозахватной самоходной горно-шахтной техники, а с 2021 года также и среднеразмерных погрузочно-доставочных машин (ПДМ). Предметом соглашения стала локализация производства высокотехнологичных аккумуляторных погрузочно-доставочных машин, которые используются для погрузки и транспортировки горной породы в ходе подземных работ.

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Цифры                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <p>Это один из самых востребованных видов горно-шахтной техники, который широко используется по всему миру. Но речь идет, как правило, о машинах, оснащенных двигателем внутреннего сгорания, — дизельных ПДМ. Использование такой техники имеет ряд недостатков, среди которых повышенный шумовой фон и вибрация, ухудшающие труд персонала, выбросы вредных веществ и, соответственно, нагрузка на вентиляционные системы, а также увеличение количества отходов масел.</p> <p>Общий тренд на повышение экологичности производства без потерь в эффективности ставит перед компаниями задачу поиска новых решений. Результатом промышленного партнерства АРМЗ и Aramine стала погрузочно-доставочная машина на литийионной аккумуляторной батарее.</p> <p>Рынок горнодобывающего оборудования демонстрирует ежегодный рост от 5 до 12%, и эта тенденция, согласно аналитике, сохранится как минимум до конца десятилетия. Активно растет и рынок аккумуляторной техники, что объясняется не только общеэкологическим трендом, но и развитием технологий, которое приводит к снижению стоимости накопителей энергии — в том числе литийионных. На сегодняшний день основная часть стоимости аккумуляторной погрузочно-доставочной машины приходится именно на батарею. Однако в «АРМЗ Горные машины» (оператор проекта по производству ПДМ на литийионной батарее) предсказывают уравнивание стоимости дизельной и аккумуляторной шахтной техники уже к 2025 году.</p> <p><b>Замена по плану</b><br/>Приаргунское производственное горно-химическое объединение им. Е. П. Славского (ПАО «ППГХО им. Е. П. Славского», входит в контур управления Уранового холдинга «АРМЗ») располагает в Краснокаменске собственными ремонтно-механическими мощностями, с привлечением которых компанией ООО «АРМЗ Горные машины» было создано производство аккумуляторных ПДМ. По условиям соглашения французская сторона предоставила 3D-модели и техническую документацию, которую «АРМЗ Горные машины» адаптировали под требования ЕСКД. В этой работе также участвовал Горный институт НИТУ «МИСиС» — его сотрудники и обучающиеся.</p> <p>Российской стороной также разработан комплект технологической документации для сборки машин. Комплекующие для ПДМ предоставляет Aramine, как и литийионные аккумуляторы. Производством шасси, моторного отделения, стрел, козырьков, ковшей и других узлов, а также сборкой машин занимается компания «АРМЗ Горные машины» на площадке в Краснокаменске. Локализация производства — до 50% стоимости машин.</p> <p>До начала работ по изготовлению рам и сборке на базе ремонтно-механического завода сотрудники ППГХО прошли обучение во Франции, приняв по</p> | <p><b>&gt;4000 циклов перезарядки</b><br/>ресурс работы аккумуляторов ПДМ</p> <p><b>~1 тонна</b><br/>вес одного энергетического модуля (состоит из двух батарей)</p> <p><b>4-5 часов</b><br/>средняя длительность зарядки</p> <p><b>15 минут</b><br/>скорость замены батареи</p> <p><b>&gt;150 кг/год</b><br/>сокращение выбросов CO<sub>2</sub> на одну ПДМ</p> <p><b>25 %</b><br/>парка ПДМ планируется заменить на аккумуляторные машины к концу 2021 года</p> |



## Плюсы проекта

**1** Себестоимость аккумуляторной ARGO ПДМ 140Б на порядок меньше по сравнению с импортными аналогами, также уменьшаются эксплуатационные затраты по сравнению с дизельными ПДМ.

**2** Эксплуатация такой техники улучшает условия труда ее операторов за счет снижения шума, вибрации и выбросов вредных веществ. Выбросы сокращаются примерно на 150 кг в год на одну ПДМ.

**3** Локализация производства «АРМЗ Горные машины» с привлечением ремонтно-механического завода ППГХО обеспечила дозагрузку его производственных мощностей и создание новых рабочих мест.

**4** Экспертный совет по устойчивому развитию Росатома утвердил проект производства и применения аккумуляторных погрузочно-доставочных машин как содействующий повышению устойчивости в производственной цепочке атомной энергетики.

**5** Создан новый продукт госкорпорации «Росатом» с поставкой как на российские, так и на зарубежные рынки.

**6** Для зарядки батарейной горно-шахтной техники используется зеленая электро-энергия, генерируемая мощностями ветропарка Росатома (подтверждено сертификатом возобновляемой энергии I-REC).



окончании курса непосредственное участие в сборке двух экземпляров новой техники и их испытаниях. Меньше чем через год с момента подписания соглашения аккумуляторные ПДМ пополнили парк ППГХО, начав работу на Подземном руднике № 1 — старейшем на этом предприятии. Всего в течение 2020 года было выпущено 5 таких машин под российским брендом ARGO.

«Парк погрузочно-доставочных машин ППГХО — это порядка 60 единиц техники,— сообщили в “АРМЗ Горные машины”.— На сегодняшний день аккумуляторными ПДМ уже заменено 7 единиц, до конца года планируется заменить еще 8 единиц». В ближайшем будущем на ППГХО планируется замена еще не менее 7 машин на ARGO ПДМ 140Б.

### Пройдет везде

ARGO ПДМ 140Б — это погрузчик грузоподъемностью до 1,3 т, габариты которого позволяют ему работать на самых узких участках шахты, зачастую недоступных для других ПДМ: его ширина всего 1,1 м, а высота — 2 м. Этот «малыш», оснащенный двигателем 50 кВт и блоком из 2 литийионных батарей суммарной мощностью 24 кВт·ч, может работать без перерыва 4–5 часов.

«Зарядка аккумуляторных батарей энергетического модуля выполняется от встроенных зарядных устройств, подключаемых к шахтной сети через понижающий трансформатор,— рассказал председатель совета директоров “АРМЗ Горные машины” Игорь Семенов.— Это происходит после разрядки аккумуляторов до 5 % с интервалом в 4 часа. В условиях ПАО “ППГХО” — это один раз в смену, к следующей смене машина уже заряжена и готова к работе».

Интересно, что в рамках проекта также была разработана специальная технология, позволяющая менять батарею предельно быстро — в условиях шахты это делается всего за 15 минут. «Конструкция машины включает в себя энергетический модуль — два блока аккумуляторов с зарядными устройствами в корпусе, который соединяется с машиной посредством быстросменного крепежа и соединительного жгута кабелей с коннектором,— объяснил Игорь Семенов.— Эта система носит название BQRS — BATTERY QUICK REPLACEMENT SYSTEM. Она сделана для быстрого отсоединения от машины заряженного энергетического модуля для его замены на дополнительный заряженный модуль — с применением в шахте специального манипулятора».

### Переход на свои

Текущие мощности «АРМЗ Горные машины» позволяют выпускать до 50 аккумуляторных ПДМ в год. Изначально этот проект был рассчитан на внутренние нужды горнодобывающих предприятий Росатома. Однако меньше чем через год после подписания соглашения между «АРМЗ Горные машины» и Agamine был заключен первый контракт на поставку ARGO ПДМ 140Б на внешний рынок. Сейчас

портфель внешних контрактов представлен Мексикой и Киргизией, кроме того, как сообщили в «АРМЗ Горные машины», «периодически поступают запросы коммерческих предложений от горнодобывающих компаний и лизинговых компаний».

По словам председателя совета директоров предприятия Игоря Семенова, в ближайших планах — расширение продуктовой линейки за счет других видов шахтной техники, а также за счет новых моделей аккумуляторных погрузочно-доставочных машин. «Речь идет об ARGO ПДМ 350Б, которая будет представлять собой машины увеличенной грузоподъемности до 4,2 тонны,— уточнил он.— На текущий момент стратегическим партнером выпущена дизельная ПДМ Agamine L350D, на базе которой проектируется аккумуляторная ПДМ Agamine L350B. Новая линейка будет локализована в России в конце 2022 — начале 2023 года. Предварительно эту машину можно будет использовать в Руднике № 6, который строит ПАО “ППГХО”, также она будет интересна многим российским и мировым горнодобывающим предприятиям. Кроме того, в планах — расширение степени локализации за счет производства в России аккумуляторных батарей и электродвигателей, а также увеличения компетенции по их эксплуатации и фирменному сервисному обслуживанию с расширением сети сервисных центров».

В настоящий момент погрузочно-доставочные машины ARGO ПДМ 140Б комплектуются французскими литийионными батареями. Однако в дальнейшем они будут заменены отечественными — в августе текущего года ООО «АРМЗ Горные машины» заключило контракт с ООО «РЭНЕРА», отраслевым интегратором Росатома по системам накопления энергии, который производит литийионные накопители для спецтехники, железных дорог, электро-транспорта и пр. Первый опытный комплект должен быть готов в начале 2022 года.

## Невероятно, но факт

### Боулинг для ковшей

В сентябре на полигоне «АРМЗ Горные машины» в Краснокаменске прошли необычные испытания погрузочно-доставочных машин ARGO, на которых горнорабочие устроили соревнования и в финале сыграли в самый настоящий боулинг.

В ходе выполнения разнообразных заданий демонстрировались возможности аккумуляторных ПДМ. Например,

была устроена эстафета, в ходе которой операторам трех машин предстояло преодолеть трассу с подъемами и спусками. После этого нужно было набрать полный ковш горной породы и предельно точно сгрузить его в вагонетку, заехав при этом на эстакаду.

Последним этапом стал боулинг. Большому игроку — большой шар: в этом случае «шарик» весил 110 кг. Его нужно

было закатить в ковш, а потом отправить в сторону гигантских кеглей, сбив как можно больше. И все это — под дождем. Таким образом аккумуляторная ПДМ успешно прошла испытание еще и погодными условиями.

Первый спортивно-эксплуатационный опыт признан успешным, и соревнования ПДМ в Краснокаменске решено проводить каждый год.

## Комментарий



### Игорь Семенов

Председатель совета директоров «АРМЗ Горные машины»:

«АРМЗ Горные машины» стала первой и на сегодня единственной компанией в России и СНГ, запустившей производство горно-шахтной техники на литийионных аккумуляторах. Мы адаптировали конструкторскую и техническую документацию Agamine под российские стандарты, организовали технологический процесс — собственное производство рамной конструкции, стрел и ковшей, сборку деталей корпуса, установку комплектующих, пусконаладку машин. Следующим этапом станет локализация производства литийионных аккумуляторов и расширение продуктовой линейки другими видами подземной техники. Переход на отечественные литийионные батареи, с одной стороны, позволит снизить стоимость погрузочно-доставочной машины для конечного потребителя и обеспечит локальную гарантийную и сервисную поддержку, а с другой — даст лучшие технические характеристики.



| Событие                                                   | На фото                                                     |
|-----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| <b>Текст:</b> «Вестник атомпрома»<br><b>Фото:</b> Росатом | Представительницы Росатома<br>на Евразийском женском форуме |



# Глобальные вызовы и женское лидерство

Представительницы российской атомной отрасли приняли участие в Евразийском женском форуме

**С 13 по 15 октября 2021 года в Санкт-Петербурге прошел III Евразийский женский форум. Это крупнейшая международная площадка для обсуждения роли женщин в современном мире и выработки общих подходов к решению глобальных проблем. Фонд поддержки и развития женских инициатив «Объединение женщин атомной отрасли» выступил организатором ряда площадок, также представители Росатома приняли участие в деловой программе форума.**

Организаторами форума выступили Совет Федерации ФС РФ и Межпарламентская ассамблея государств — участников Содружества независимых государств. В форуме участвовали более 2500 женщин из 110 стран.

Росатом был признан победителем в номинации «Лидер перемен» конкурса Совета Федерации ФС по

развитию программ женского лидерства среди 70 государственных и коммерческих организаций. Диплом победителя заместителю генерального директора по персоналу госкорпорации «Росатом» Татьяне Терентьевой вручила заместитель председателя Совета Федерации ФС РФ Галина Карелова.

Татьяна Терентьева выступила на сессии «Глобальная корпоративная ответственность в интересах женщин», где представители крупнейших компаний обсудили наиболее эффективные корпоративные программы и новые подходы к социальной ответственности бизнеса, появившиеся в пандемию.

Александра Рябых, руководитель по PR и GR ФГБУ «Гидроспецгеология», соучредитель Фонда «Объединение женщин атомной отрасли», приняла участие в дискуссионной сессии «Развитие и поддержка гражданских активностей и общественных институтов как основное условие успешной государственной политики. Международный опыт государственно-общественного взаимодействия», рассказав

| Прямая речь |
|-------------|
|-------------|

о важности поддержки промышленных сообществ, развитии гражданской активности женщин и проекте «Женщины Арктики».

Во второй день форума совместно с Агентством по ядерной энергии Организации экономического сотрудничества и развития (АЯЭ ОЭСР) была проведена международная менторская сессия «Развитие STEM-навыков в цифровом мире». Гендиректор АЯЭ ОЭСР Уильям Мэгвуд, обратившийся к участникам, отметил важность наставничества для вовлечения девушек в STEM-профессию. В числе менторов были руководитель отдела ядерной науки и образования АЯЭ ОЭСР Татьяна Иванова, начальник отдела развития и продвижения новых направлений бизнеса АО «ОКБМ Африкантов» Надежда Сальникова, а также представительницы Южной Кореи, Индии, Франции и других стран.

15 октября состоялся телемост с участием женщин, работающих в организациях атомной отрасли России и Китая. Модератором встречи стала Алесьа Юникова, директор центра по международному сотрудничеству Технической академии Росатома, председатель международного комитета Объединения женщин атомной отрасли. Участницы обсудили, с какими вызовами сталкиваются женщины, выбравшие «атомную» карьеру, что их мотивирует, какие практики применяются для вовлечения женщин в научно-техническую и исследовательскую деятельность. К онлайн-диалогу также присоединились участницы из Болгарии. Такой формат дает новый импульс для глобального диалога женщин атомной отрасли и развития международного сотрудничества женских сообществ для обмена лучшими практиками. Итогом телемоста стала договоренность о подписании меморандума о сотрудничестве между фондом «Объединение женщин атомной отрасли» и организацией «Сдружение “Жените в ядрената индустрия — България”».

Также в рамках форума прошло открытое заседание с участием Международной рабочей группы АЯЭ ОЭСР по улучшению гендерного баланса в ядерной сфере. Группа была создана в 2020 году для сбора и анализа данных по вовлеченности женщин, обмена лучшими практиками и выработки рекомендаций по улучшению гендерного баланса в 34 странах-участницах. Генеральный директор Росатома Алексей Лихачев в своем обращении к участникам мероприятия отметил важность деятельности отраслевого женского сообщества.

Сессия «Современные технологии в здравоохранении» была организована АО «Русатом Хэлскеа», генеральный директор компании Наталья Комарова выступила модератором сессии. Руководители крупнейших компаний в сфере медицины обсудили успешные практики и перспективы развития здравоохранения, а также роль женщин в достижении цели по улучшению качества жизни населения. «Крайне важно выравнивать гендерный баланс в здравоохранении, где каждый день принимаются решения, которые касаются жизней миллионов людей. Дисбаланс



Алексей Лихачев

Генеральный директор госкорпорации «Росатом»:

Женскому лидерству традиционно присущи дух сотрудничества, готовность браться за сложные задачи и быстро реагировать на изменения. Без этих качеств невозможно развитие и движение вперед. Давайте же вместе способствовать тому, чтобы рынок труда развивался на основе кооперации и использовании потенциала каждого сотрудника.



Татьяна Терентьева

Заместитель генерального директора по персоналу госкорпорации «Росатом»:

Росатом в своей деятельности всегда придерживается принципа равенства возможностей и способствует раскрытию потенциала каждого сотрудника. Мы благодарим Совет Евразийского женского форума за оказанное доверие нашему проекту «Женщины в атомной промышленности», который реализуется фондом «Объединение женщин атомной отрасли». Уверена, что деятельность объединения внесет свой вклад в расширение участия женщин в развитии атомной отрасли.



## Справка

Проект Объединения женщин атомной отрасли **«Женщины в атомной промышленности: вектор развития»** (при поддержке госкорпорации «Росатом») с 2019 года входит в проектный портфель Совета Евразийского женского форума при Совете Федерации Федерального собрания РФ в числе 23 проектов различных компаний.

Проект «Женщины в атомной отрасли: вектор развития» выступает коммуникационной площадкой для продвижения принципов гендерного равенства и инклюзивности в ядерной сфере, причем не только в России — он направлен на развитие международной кооперации женщин-специалистов в области мирного использования атомной энергии, популяризацию научно-технических профессий среди женщин и молодежи в контексте целей устойчивого развития, создание инструментов стимулирования профессионального развития женщин и широкое вовлечение молодого поколения в STEM-области с целью увеличения их представленности в ядерном секторе.

30,7 %

женщин работают  
в энергетической отрасли в России

33 %

женщин работают  
в госкорпорации «Росатом»

27 %

топ-менеджеров российской  
атомной отрасли — женщины

24,3 %

руководителей высшего звена  
российской атомной отрасли — женщины

тормозит развитие эффективной и пациентоориентированной медицины. Нужно, чтобы на руководящих должностях работали и женщины, и мужчины — это позволит представлять различные мнения и опыт», — отметила Наталья Комарова.

Инна Пигулевская, амбассадор Объединения женщин атомной отрасли, заместитель начальника службы ядерной и радиационной безопасности АО «Машиностроительный завод» приняла участие в открытом диалоге «Женские ассоциации и сообщества в работе по экологической и климатической повестке». Объединение женщин атомной отрасли реализует социально значимый экопроект «Эколайф», направленный на популяризацию принципов осознанного потребления и зеленых инициатив, а также тиражирование экопрактик среди населения и бизнеса на региональном и федеральном уровнях с помощью женских сообществ. На примере этого проекта Инна Пигулевская рассказала, как усилить влияние женщин и индустриальных сообществ на выполнение повестки устойчивого развития.

Деловой branч «Роль женщин в устойчивом развитии высокотехнологичных отраслей. Новые возможности для технологического лидерства», организованный Объединением женщин атомной отрасли, собрал представителей пяти отраслей (в их числе добывающая промышленность, энергетический, нефтегазовый и другие сектора экономики).

Участники обсудили важность развития кадрового потенциала в сфере высоких технологий и необходимость привлечения большего числа женщин и представителей молодого поколения к научно-технической деятельности, а также обменялись лучшими практиками в достижении целей устойчивого развития, формировании сбалансированных управленческих команд и создании комфортной корпоративной среды для полной реализации женского потенциала. В частности, Наталья Никипелова, президент АО «ТВЭЛ», представила на branче принципы устойчивого развития Топливной компании Росатома. ТВЭЛ выстраивает свою производственную деятельность с учетом комплексного экономического, социального и экологического развития предприятий и регионов их расположения. Наталья Никипелова отметила, что достижение устойчивости — компании, страны, планеты — напрямую связано с эффективностью использования всех возможностей человеческого и социального капитала, независимо от гендерных различий.

Участники branча пришли к выводу, что выстраивание международной и межотраслевой кооперации женщин-специалистов позволит гармонизировать гендерный баланс в высокотехнологичных отраслях промышленности и создать необходимую экосистему для вовлечения женщин и молодого поколения в научно-техническую деятельность. Это, в свою очередь, будет способствовать устойчивому развитию российской индустрии в целом с одновременным расширением возможностей для женщин-специалистов.

Текст: Надежда Фетисова  
Фото: «Страна Росатом»

## Вместе мы — сила

*Женское атомное сообщество борется с гендерными стереотипами*

**Достижение гендерного равенства — одна из 17 целей устойчивого развития и ключевая задача, которую ставят перед собой глобальные корпорации. В атомной отрасли гендерная повестка актуальна вдвойне — и в мире, и в России доля мужчин (особенно на руководящих постах) по-прежнему существенно выше, чем женщин. В нашей стране уже несколько лет интересы атомщиц представляет Фонд «Объединение женщин атомной отрасли». Разбираемся, какие задачи он решает.**

## Найти баланс

По оценке заместителя генерального директора Росатома по персоналу Татьяны Терентьевой, доля женщин, работающих в российской атомной отрасли, составляет более 30 %. «Это хороший результат, и мы стремимся его улучшить. Поэтому одна из важнейших целей нашей корпорации — предоставить равные возможности каждому талантливому человеку и гарантировать долгосрочное и успешное карьерное развитие в атомной отрасли, независимо от пола и возраста», — заявила Татьяна Терентьева, выступая на онлайн сайд-ивенте «Устойчивые кадровые стратегии в атомной отрасли: гендерный баланс и инклюзивность», прошедшем на полях 65-й сессии Генеральной конференции МАГАТЭ в сентябре этого года. Фонд «Объединение женщин атомной отрасли» совместно с Росатомом и АНО «Корпоративная академия Росатома» выступил организатором мероприятия, собравшего на своей площадке представителей более 20 стран мира.

Однако вопрос гендерного паритета — важный, но не единственный: многочисленные исследования показывают, что женщинам сложнее продвигаться по карьерной лестнице, их зарплата может быть ниже, чем у мужчин на аналогичных позициях. А сами женщины часто сталкиваются с предвзятым отношением со стороны коллег и руководства.

Необходимость решения этих проблем постоянно подчеркивают в международных атомных организациях. «В любой сфере профессиональной деятельности необходимы таланты как мужчин, так и женщин,



и необходимо разрушить барьеры, существующие сегодня для женщин. (...) Для этого нам необходимо создавать альянсы и стратегические партнерства», — заявил 9 марта этого года на онлайн-форуме МАГАТЭ по случаю Международного женского дня генеральный директор агентства Рафаэль Мариано Гросси.

## География сотрудничества

В мировой атомной отрасли действуют несколько международных женских профессиональных сообществ. Самое известное — «Женщины атомной отрасли» (Women in Nuclear Global, WiN). Кроме того, в Агентстве по ядерной энергии ОЭСР работает Международная рабочая группа по улучшению гендерного баланса в ядерной сфере.

В России Фонд «Объединение женщин атомной отрасли» (Women in Nuclear Russia) был основан в 2018 году. Миссия Фонда — не только сформировать профессиональное женское отраслевое сообщество и популяризировать научно-технические профессии среди женщин, но и развивать международное сотрудничество.

Сегодня сообщество объединяет более 700 участниц. География присутствия — не только большинство регионов России, но и другие страны, которые уже развивают ядерную энергетику или заинтересованы в этом: Турция, Финляндия, Египет, Казахстан, Узбекистан, Армения, Бангладеш и другие. В Фонде подчеркивают, что международное сотрудничество — важное направление деятельности: атомщицы из разных стран общаются друг с другом онлайн, обсуждают общие проблемы и пути их решения. Так, в марте этого года состоялся первый международный открытый диалог между женщинами-специалистами, работающими в ядерном секторе России и Болгарии. А в октябре на полях III Евразийского женского форума Фонд провел международный телемост женщин, работающих



45,1 %

участницы с инженерно-техническими профессиями

7,2 %

участницы с научными степенями

50,8 %

участницы моложе 35 лет (молодые специалисты)

в организациях атомной отрасли России и Китая — Цзянцуской ядерной энергетической корпорации и АО «МСЗ».

Фонд активно сотрудничает с международными организациями: например, эксперты Фонда в составе рабочей группы по улучшению гендерного баланса в атомной отрасли на базе АЯЭ ОЭСР провели первое международное исследование для сбора статистики о представленности женщин в национальном ядерном секторе стран-участниц. В опросе участвовали 34 страны, причем Россия стала самым активным участником с более чем 1300 респондентами. Также Фонд вместе с экспертами МАГАТЭ занимается выработкой методических рекомендаций по гендерному балансу для членов агентства.

Женщины в STEM

В обществе до сих пор сильны стереотипы о «неженских» профессиях (к которым относят, например, точные науки и инженерные специальности). Из-за этого девушки реже идут получать образование по STEM-направлениям (Science, Technology, Engineering and Mathematics — наука, технологии, инженерия и математика). «Даже если девушки получают образование в сфере STEM, они гораздо реже остаются в ней, лишь каждая четвертая выпускница технических специальностей университетов устраивается работать по специальности», — говорит председатель комитета по профориентационной деятельности Фонда, руководитель направления отдела операционной эффективности добычных активов АО «Техснабэкспорт» Анна Тоболенко.

Объединение женщин атомной отрасли развивает направления наставничества и профориентации в рамках проекта Менторинг-гостиная «Женщины в STEM». С 2019 года Фонд проводит мероприятия, цель которых — поддержать школьниц и студенток, выбирающих образование в области STEM. В дискуссиях и воркшопах принимают участие женщины — ученые

и эксперты, рассказывающие о своем опыте и карьере, здесь обсуждаются сложности, с которыми сталкиваются девушки в этой сфере.

Летом 2020 года в соцсетях прошла масштабная акция «Женщины в STEM», кроме того, в Обнинске состоялся первый Международный открытый диалог «Женщины в STEM». Мероприятие стало дискуссионной площадкой для обсуждения вклада женщин-специалистов в науку и технологический прогресс, мотивации девушек-студенток строить карьеру в науке и атомной энергетике, а также проработки вопросов менторской поддержки молодого поколения в STEM.

Осенью в Общественной палате РФ состоялась большая менторинг-гостиная «Женщины в STEM». Спикерами мероприятия стали женщины-специалисты из высокотехнологичных отраслей, которые представили девушкам-студенткам из опорных вузов Росатома на своих примерах ролевые модели женщин-ученых и женщин-технологических лидеров.

Образование и активизм

Объединение женщин атомной отрасли уделяет большое внимание профессиональному развитию атомщиц: в 2020 году для них был организован онлайн-курс лекций по гарантиям МАГАТЭ, а также образовательные мероприятия по устойчивому развитию атомной энергетике, обращению с РАО, цифровизации атомной отрасли, ядерной медицине и другим направлениям. Лекции читали ведущие российские и зарубежные спикеры. Также в календаре событий Фонда — тренинги для участниц по повышению уровня личностной эффективности, менеджерским качествам.

Фонд «Объединение женщин атомной отрасли» инициирует волонтерские и социальные проекты. Активистки помогают ветеранам ВОВ, пожилым людям и всем нуждающимся во время пандемии, поддерживают приюты бездомных животных, запускают экологические акции. Один из ближайших проектов — «Женщины в Арктике». Фонд намерен организовать общественный диалог на темы развития социально-ориентированных проектов в северных регионах, экологического и культурного туризма, вклада женщин в реализацию национальных проектов в Арктике, женской занятости на Севере. «Цель проекта — объединить женщин-специалистов, женщин-парламентариев и жительниц северных территорий для обсуждения вклада общественных институтов в развитие Арктики. Нам видится, что позитивный опыт и популяризация ролевых моделей активистов станут драйвером социальных преобразований в Арктике», — подчеркивает соучредитель Фонда, руководитель по PR и GR ФГБУ «Гидроспецгеология» Александра Рябых.



Работа по системе

ПСР на предприятиях Топливной компании Росатома

Производственная система «Росатом» внедряется на предприятиях ТВЭЛ с 2010 года. За это время реализованы тысячи проектов и сэкономлены миллионы рублей. Как инструменты ПСР помогли СХК избежать отставания по срокам на строительстве опытно-демонстрационного энергокомплекса в Северске, как «Центротех» планирует нарастить производство газовых центрифуг и как предложения по улучшениям, выдвинутые специалистами, помогают сохранить не только время и деньги, но и здоровье.

Прорывные решения

В 2020 году на площадке Сибирского химкомбината реализовали два ПСР-заказа Топливной компании. Первый связан с повышением эффективности и надежности конверсионного производства, второй — с выполнением ключевых строительно-монтажных работ по проекту «Прорыв».

«На радиохимическом заводе (РХЗ) модернизировали технологические коммуникации в схеме наработки товарного продукта, на узлах выпарной установки и комплектации готовой продукции. Введен в работу дополнительный выпарной аппарат. Эти улучшения позволили увеличить работоспособность основного технологического оборудования, повысить среднесуточную производительность в получении азотнокислого раствора урана, сократить расходы, обеспечить своевременность поставок по заказу сублиматного завода (СЗ), — рассказывает начальник отдела планирования, исследования и контроля производства СХК Антон Туев. — Также на СЗ была внедрена тетрафторидная схема получения гексафторида урана, проведен анализ и повышена эффективность плановых остановок производств, проведены работы по снижению пылеуноса в производстве фтора, что, как следствие, снизило количество забивок коммуникаций».

Благодаря этому проекту стабильность процесса наработки сырьевого гексафторида урана увеличилась с 48 до 90 %, увеличена среднесуточная производительность по РХЗ на 9,3 %, по СЗ — на 10,7 % по сравнению с 2019 годом.

Перед еще одним подразделением СХК — химикометаллургическим заводом (ХМЗ) — стоит задача изготовить шесть ТВС-2М с РЕМИКС-топливом. Для этого в 2021 году инициирован ПСР-проект по созданию соответствующего производства. На

первом этапе были выполнены работы по организации участка «РЕМИКС»: подготовка площадей, строительно-монтажные работы, а также пусконаладка оборудования по изготовлению ТВС. На втором этапе налажен выпуск твэлов с РЕМИКС-топливом на имеющемся оборудовании ХМЗ и сборка ТВС-2М на смонтированном оборудовании.

В рамках проекта «Прорыв» СХК ведет строительно-монтажные работы на модуле фабрикациорефабрикаци топлива (МФР), который входит в опытно-демонстрационный энергокомплекс. Когда в 2020 году при монтаже оборудования началось отставание по выполнению ключевых событий, заказчик вместе с подрядной организацией открыл ПСР-проект. «Применялись различные инструменты: картирование, хронометражные наблюдения, производственный анализ, визуальное управление в инфоцентре строительства, — перечисляет Антон

Цитата



Антон Туев

Начальник отдела планирования, исследования и контроля производства СХК:

“

В результате внедрения ППУ по замене нагревателей без вскрытия печи удалось снизить время воздействия вредных факторов на 70% и дозовую нагрузку на персонал на 50%. Исключена возможность поступления радионуклидов в организм человека через органы дыхания, а также опасности, связанные со вскрытием оборудования

”



Туев.— В течение месяца выполнение работ вышло в заданные графиком сроки. В результате реализация проектных решений и применение инструментов ПСР позволили выполнить ключевые события с опережением сроков и снизить затраты на монтаж оборудования более чем на 40 млн рублей».

Все запланированные работы, включая завершение монтажа оборудования на линии изготовления СНУП-таблеток и начало монтажа основного технологического оборудования линии сборки твэлов, были выполнены в срок. В 2021 году работы по внедрению улучшений продолжаютс​я. На МФР уже смонтировали участок дозирования, смещения и грануляции СНУП-топлива, а также транспортную систему линии карботермического синтеза. До конца года на объекте планируют установить оборудование еще на восемь участков линий карботермического синтеза и изготовления таблеток, а также завершить монтаж оборудования участка прессования шашек.

#### Пассатижи на здоровье

Лучшее ППУ в 2020 году предложил электромонтер 7 разряда Денис Кислов. Он работает на химикометаллургическом заводе СХК. Там на технологических установках опытно-технологического участка при эксплуатации шести печей необходима замена нагревателей. Для этого вскрывается задняя крышка каждой печи со стороны ремонтной зоны. «Этот процесс сопровождается установкой защитного шатра и использованием дополнительных средств защиты: пневмокостюмов, пневмошлангов, пластиковых бахил, перчаток и других средств,— говорит Антон Туев.— Замена нагревателей — работа с повышенным уровнем риска с учетом уровня воздействия вредных факторов на персонал».

### ПСР в городе

В 2020 году реализовано три ПСР-проекта в поликлиниках Северска. Так, организован процесс выписки рецептов по льготам, оптимизирован процесс оформления электронного листа нетрудоспособности в медицинской информационной системе (МИС), создан дополнительный call-центр поликлиник для обработки звонков, связанных с COVID-19. С учетом нехватки медицинского персонала, к работе в call-центре привлекаются волонтеры. В период с 30 ноября 2020 года по 19 января 2021 года было обработано 9000 звонков, это позволило высвободить время врачей для оказания услуг пациентам. Специалисты СХК оказали методологическую помощь при реализации проектов.

### Цифры

**35 000 ппу**

внедрено в 2020 году на СХК, экономический эффект составил 45 млн рублей

**62 ПСР-проекта**

были открыты в НПО «Центротех» в 2020 году, экономический эффект составил 58,93 млн рублей

**7400 ппу**

было реализовано в НПО «Центротех» в 2020 году, экономический эффект составил 18 млн рублей

Денис Кислов придумал, как менять нагреватели без вскрытия печи. Он предложил приварить стальные прутки к ручкам старых пассатижей, тем самым удлинив их. Такая модернизация позволила обслуживать печь через камерные перчатки со стороны операторской зоны. «Таким образом удалось снизить время воздействия вредных факторов на 70 % и дозовую нагрузку на персонал на 50 %. Исключена возможность поступления радионуклидов в организм человека через органы дыхания, а также опасности, связанные со вскрытием оборудования»,— подчеркивает Антон Туев. Ожидаемый экономический эффект от ППУ — 955 823 руб.

#### Командная игра

В 2015 году ТВЭЛ реорганизовал шесть организаций и объединил их в одну — НПО «Центротех». «Учитывая разный уровень внедрения ПСР, пришлось начинать практически с нуля. Любая система работает только тогда, когда ее понимают и принимают люди,— уверен начальник отдела исследования и контроля производства “Центротеха” Игорь Гавричков.— Проводилось повторное обучение персонала инструментам ПСР: 5С, стандартизированной работе, исключению потерь, производственному анализу и пр. Для того чтобы получить положительный результат, необходимо было создать единую команду и достичь в коллективе взаимопонимания и взаимопонимания. Основной задачей было доступно объяснить персоналу, что представляет собой система ПСР и какова роль каждого. Только общий вклад может обеспечить эффективную работу».

В 2020-м перед «Центротехом» была поставлена задача — плановое увеличение выпуска газовых центрифуг до 2023 года. В ее решении важная роль была отведена ПСР. «Основными проблемами были недостаточная пропускная способность оборудования и, как следствие, необходимость закупки дополнительного, нехватка персонала, необходимость в увеличении производственных

площадей,— рассказывает Игорь Гавричков.— В рамках выполнения ПСР-заказа вместе со специалистами ТВЭЛ мы проанализировали текущий поток, имеющиеся мощности и эффективность использования ресурсов. В итоге разработаны карты потоков, несколько вариантов планировочных решений, определена загрузка оборудования и рабочих мест».

Из всех вариантов организации производственного потока выбран наиболее эффективный, где исключаются встречные перемещения потоков, сокращаются перемещения операторов между оборудованием. Кроме того, было демонтировано оборудование, не задействованное в производстве центрифуг. В настоящее время оборудование переустановлено, работа операторов организована в соответствии с новыми требованиями.

#### Годные части

В 2020 году одно из самых интересных ППУ предложил инженер-технолог 1 категории Николай Ермачков. В связи с увеличением производственной программы по газовым центрифугам остро встал вопрос о сокращении времени изготовления комплектующих деталей и узлов, снижения затрат на несоответствующую продукцию. «При изготовлении коллектора ротора выявлялись дефекты, из-за которых некоторые изделия забраковывались,— говорит Игорь Гавричков.— Был разработан ремонтный технологический процесс, где описывался порядок сохранения годных частей коллектора, которые раньше утилизировались, и их повторное использование при изготовлении нового. Данное ППУ позволило сократить затраты на производство готовой продукции и время на изготовление дополнительных коллекторов на замену дефектных». Экономический эффект на одно изделие — 3,7 тыс. рублей, что за год составляет более чем 200 тыс. рублей.

Еще одно интересное ППУ внедрено по инициативе инженера-технолога 1 категории Юлии Ключиной. Согласно требованиям конструкторской документации (КД), входной контроль уплотняющих стеклонитей должен выполняться на 100 %. В адрес разработчика КД были направлены предложения по снижению объемов контроля, но они не получили должного отклика. «Технологи отдела главного технолога выявили, что результаты контроля по линейной плотности остаются стабильными на протяжении всего времени выпуска изделий,— комментирует Игорь Гавричков.— В адрес разработчика КД были повторно направлены материалы с нашими рекомендациями, основанными на статистике. После проработки полученных сведений было выпущено извещение на изменение КД, где объем входного контроля был изменен с 100 % на 10 %». Это ППУ позволило снизить трудоемкость и сэкономить более 17 тыс. рублей в 2020 году только на данной операции.

#### Разделить потоки

В 2021 году предприятие должно увеличить выручку по НИОКР на 400 млн рублей. Всего реализуется

### Цитата



#### Игорь Гавричков

Начальник отдела исследования и контроля производства НПО «Центротех»:

“

Любая система работает только тогда, когда ее понимают и принимают люди. Чтобы получить положительный результат, необходимо создать единую команду и достичь в коллективе взаимопонимания и взаимоуважения. Только общий вклад может обеспечить эффективную работу

”

больше 20 проектов по этому направлению. «Руководители проектов — немного мечтатели, не всегда представляющие суровую действительность производства, которое работает по системе менеджмента качества и четко регламентированным требованиям к бизнес-процессам,— рассказывает Игорь Гавричков.— Причем каждый из них уверен, что его проект — самый важный. Поэтому при планировании сроков нередко случался, когда один график реализации НИОКР накладывается на другой».

В этом же году генеральный директор «Центротеха» Илья Кавелашвили взял ПСР-проект «Повышение эффективности организации процесса разработки и производства продукции НИОКР». Задача не просто сложная, а очень сложная. Для понимания: предприятие производит четыре вида серийной продукции. По факту это четыре разных производства, где делают агрегаты газовых центрифуг (АГЦ), систему очистки буровых растворов (СОБР), приборную и электрохимическую продукцию. «Все эти производства пересекаются на этапах заготовительного участка, механообработки, гальваники, покраски. Когда на эти же переделы накладывается два десятка графиков работ по проектам НИОКР — возникают авральные ситуации,— признается Игорь Гавричков.— Упорядочить этот процесс, оптимизировать планирование производства НИОКР, выстроить систему мониторинга для обеспечения прозрачности процесса, своевременного выявления отклонений и принятия корректирующих мер, то есть сократить время достижения результата — вот цель ПСР-проекта».

На сегодняшний день предприятие стремится получить статус ПСР-кандидата и войти в периметр системного развертывания ПСР. Для достижения стратегических целей в 2021 году в НПО «Центротех» были открыты 52 ПСР-проекта, направленных на снижение затрат, повышение производительности труда, повышение качества выпускаемой продукции и т. д.

Текст: Дарья Быстрова  
Фото: Shutterstock

# Двойники выходят на рынок

ТВЭЛ предлагает полный комплекс услуг цифрового инжиниринга



В октябре в Москве состоялась конференция «Логос: практика экспертов в инженерном ПО», организованная госкорпорацией «Росатом». Центральной темой обсуждения были вопросы практического использования модулей цифрового продукта в высокотехнологичных отраслях промышленности и образовании. Топливная компания Росатома «ТВЭЛ» в рамках тематической сессии представила на конференции новый комплекс услуг в области цифрового инжиниринга и разработки цифровых двойников.

АО «ТВЭЛ» имеет опыт предоставления услуг цифрового инжиниринга и успешно завершённые кейсы внутри контура Топливной компании для решения задач атомной отрасли. Теперь с комплексом специально подготовленных услуг в области практического применения современных технологий цифрового проектирования и анализа компания выходит на внешний рынок. ТВЭЛ предлагает готовые коммерческие продукты, которые предназначены для компаний машиностроительной, нефтеперерабатывающей, металлургической промышленности, электроэнергетической отрасли, а также предприятий в сфере добычи полезных ископаемых.

Услуги цифрового инжиниринга ТВЭЛ подразделяются на три направления: цифровой НИОКР, цифровые учебные стенды (учебные тренажеры) и цифровая модернизация предприятия. ТВЭЛ имеет

ряд преимуществ перед другими участниками рынка. Прежде всего, это разветвленная и обширная партнерская кооперация. Кроме того, собственные производственные мощности позволяют компании не только проектировать, но и производить опытные образцы. Проектирование цифровых двойников проводится на базе как собственного программного обеспечения, так и на платформах от ведущих мировых лидеров.

Партнер АО «ТВЭЛ» в области разработки цифровых двойников — Центр Национальной технической инициативы Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого (НТИ СПбПУ). Руководитель Научного центра мирового уровня «Передовые цифровые технологии», Центра компетенций НТИ СПбПУ «Новые производственные технологии», Инжинирингового центра (CompMechLab®) СПбПУ Алексей Боровков так определил статус текущих и перспективных проектов с госкорпорацией «Росатом»: «Часть приоритетных проектов вошла в дорожную карту по развитию сотрудничества на 2021–2023 годы между АО «ТВЭЛ» и Центром компетенций НТИ СПбПУ «Новые производственные технологии», которая была подписана 11 февраля 2021 года президентом АО «ТВЭЛ» Натальей Никипеловой и ректором СПбПУ Андреем Рудским. Важно отметить, что сотрудничество идет на системной, планомерной основе и охватывает широкий спектр научно-технологических и образовательных направлений, связанных, в первую очередь, с передовыми цифровыми технологиями, цифровым инжинирингом и разработкой цифровых двойников на основе уникальной цифровой платформы CML-Bench».

Руководитель направления группы по научно-технической деятельности АО «ТВЭЛ» Денис Намеев перечислил ключевые направления сотрудничества ТВЭЛ и СПбПУ, в числе которых цифровой инжиниринг, производство ядерного топлива, аддитивные технологии, накопители энергии, металлургия и научно-образовательные программы, а также подчеркнул, что Топливная компания обладает большими возможностями для масштабирования. «Мы видим огромный потенциал в использовании цифрового инжиниринга для реализации своих собственных задач и уже имеем практический успешный опыт его использования», — сказал он. — Это позволяет нам с уверенностью говорить о том, что ТВЭЛ предлагает рынку проверенное решение, в котором мы уже сейчас компетентны и которое может принести пользу не только нам. Мы продолжим наращивать наши компетенции и совершенно точно будем продолжать использовать цифровой инжиниринг для развития всех продуктовых направлений компании, в том числе для развития традиционных направлений ее бизнеса».

## Цитата



Владимир Милаков

Руководитель бизнес-направления  
«Цифровые продукты» АО «ТВЭЛ»:

“

Опыт АО «ТВЭЛ» показывает, что использование цифрового инжиниринга позволяет добиться роста производительности, сократить затраты, количество конструкторских ошибок на стадии проектирования, сроки вывода продукта на рынок и изготовить изделия, соответствующие высоким требованиям заказчиков

”

## Справка

Портфель услуг цифрового инжиниринга ТВЭЛ:

— Цифровой НИОКР: разработка цифровых двойников новых изделий и продуктовых линеек с помощью цифрового моделирования

— Цифровые учебные стенды (тренажеры): разработка виртуальных сред обучения для персонала, взаимодействия со сложными или опасными технологическими объектами

— Цифровая модернизация предприятия: исследование производственной площадки для нахождения оптимального пути модернизации

## Примеры реализованных цифровых проектов АО «ТВЭЛ»

Для последующего введения изделий в серийное производство и эксплуатацию в составе буровых ООО «Уралмаш НГО Холдинг» созданы цифровые двойники:

### «Декантирующая центрифуга»

Решение с помощью услуг цифрового инжиниринга:

на 75 %

снижен уровень  
виброскоростей

на 25 %

увеличен ресурс  
надежности

на 55 %

увеличен запас прочности  
элементов корпуса

на 15 %

увеличена надежность  
болтовых соединений

### «Вибросито» («Грохот»)

Решение с помощью услуг цифрового инжиниринга:

до 9g

увеличено виброускорение  
с исходных 6,17g  
(у мировых лидеров — 7g)

110

количество виртуальных  
испытаний, проведенных  
в цифровой среде

в 4 раза

сокращены сроки проектирования  
и оптимизации

2 месяца

составил срок выполнения  
комплекса работ



# Закупки — по-новому

Для предприятий Росатома изменились правила закупок у малых и средних предприятий

**Росатом обновил перечень товаров, работ и услуг, которые отраслевые организации должны приобретать у компаний — представителей малого и среднего бизнеса. Кроме того, меняется перечень компаний, для которых устанавливается минимально необходимая доля закупок у субъектов МСП (малое и среднее предпринимательство).**

В приказ госкорпорации «Росатом» от 20.02.2015 № 1/137-П «Об особенностях участия субъектов малого и среднего предпринимательства в закупках товаров, работ, услуг (ТРУ) отдельных видов юридических лиц» (далее — приказ) внесены изменения: внутренние правила закупок приведены в соответствие с новой редакцией Постановления Правительства Российской Федерации от 11.12.2014 № 1352 «Об особенностях участия субъектов малого и среднего предпринимательства в закупках товаров, работ, услуг отдельными видами юридических лиц» от 22.07.2021 (далее — Постановление № 1352).

Также, в связи с расширением перечня лиц, на которые распространяется Постановление № 1352, в приказ внесены изменения в части периметра отраслевых заказчиков, для которых доля закупок продукции у субъектов МСП обязательна.

Кроме того, приказ госкорпорации расширяет перечень ТРУ, которые предприятия атомной отрасли должны покупать у компаний, относящихся к числу субъектов малого и среднего предпринимательства. В список добавились 11 позиций (см. справку «Новые ТРУ»), всего их стало 616. В этой связи для осуществления закупок в текущем году организациям, которые подпадают под действие Постановления № 1352, необходимо актуализировать в ЕИС «Закупки» свой перечень товаров и услуг, закупаемых у субъектов МСП.

Необходимо напомнить, что установленные ранее Постановлением № 1352 доли обязательных закупок (спецторги) у субъектов МСП повышаются с 1 января 2022 года с 18 до 20 %. При этом общая сумма закупок у субъектов МСП с 1 января 2022 года должна быть не ниже 25 % (ранее 20 %).

По данным департамента методологии и организации закупок госкорпорации «Росатом», в 2020 году предприятия атомной отрасли заключили 40 036 договоров с организациями МСП на сумму 165,2

млрд руб., в том числе по закупкам только среди субъектов МСП — на 61,7 млрд руб. Это больше, чем обозначенные в законодательстве требования. В соответствии с Постановлением № 1352 доля закупок у МСП должна составлять минимум 20 %, тогда как доля реально сделанных закупок у МСП составила 70,65 %.

## Комментарий



**Инна Мельченко**

Директор департамента методологии организации закупок Росатома:

Новые положения, касающиеся изменения порядка проведения закупок у субъектов МСП потребуют некоторой перестройки внутренних процессов, в частности работы закупочных комиссий и самих закупочных подразделений. Кроме того, тем, на кого ранее действие Постановления № 1352 не распространялось, необходимо тщательно проработать всю нормативную базу по данному вопросу и обеспечить соблюдение норм законодательства. При возникновении вопросов прошу обращаться в ДМОЗ, будем разъяснять, вместе разбираться.

## Новые ТРУ

| Код ОКПД 2   | Наименование                                                                                                                                                                      |
|--------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 36.00.20.110 | Услуги по очистке и подготовке воды для водоснабжения                                                                                                                             |
| 36.00.20.120 | Услуги по обработке воды для промышленных и прочих нужд                                                                                                                           |
| 42.11.10.120 | Дороги автомобильные, в том числе улично-дорожная сеть, и прочие автомобильные и пешеходные дороги                                                                                |
| 42.11.10.130 | Ограждения дорожные                                                                                                                                                               |
| 42.11.20.000 | Работы строительные по строительству автомагистралей, автомобильных дорог, улично-дорожной сети и прочих автомобильных или пешеходных дорог и взлетно-посадочных полос аэродромов |
| 42.22.22.140 | Работы по ремонту местных линий электропередачи и связи                                                                                                                           |
| 42.91.20.120 | Работы строительные по строительству плотин и дамб, включая ремонт                                                                                                                |
| 42.91.20.190 | Работы строительные и ремонтные, связанные с прочими водными сооружениями, и работы по ремонту всех вышеуказанных сооружений                                                      |
| 45.40.50.115 | Услуги по техническому обслуживанию и ремонту снегоходов                                                                                                                          |
| 52.21.24.000 | Услуги стоянок для транспортных средств                                                                                                                                           |
| 70.21.10.000 | Услуги по связи с общественностью и информации                                                                                                                                    |

## Цифры

616 позиций

включает перечень ТРУ, которые предприятия атомной отрасли должны покупать у компаний, относящихся к числу субъектов МСП (добавлено 11 позиций)

165,2 млрд руб.

общая сумма, на которую в 2020 году предприятия атомной отрасли заключили договоры с организациями малого и среднего предпринимательства

с 18 до 20 %

повышается с 1 января 2022 года доля обязательных закупок (спецторги) у субъектов МСП

на 61,7 млрд руб.

в 2020 году предприятия атомной отрасли заключили договоры по закупкам только среди субъектов МСП

не ниже 25 %

(ранее 20 %) должна быть общая сумма закупок у субъектов МСП с 1 января 2022 года

70,65 %

составила в 2020 году доля реально сделанных закупок у МСП предприятиями атомной отрасли

40 036 договоров

с организациями МСП заключили в 2020 году предприятия атомной отрасли

не менее 20 %

должна составлять в соответствии с Постановлением № 1352 доля закупок у МСП



# На пути к четырем блокам

*Российские атомщики не только строят АЭС «Аккую», но и участвуют в социальных и экологических проектах в Турции*

**«Аккую» — это первая АЭС в Турции. Построить ее хотели еще в середине 70-х, однако проект отложили, и лишь в мае 2010 года с Россией было подписано межправительственное соглашение о строительстве АЭС. Для Росатома это первая станция, которую госкорпорация возводит по модели ВОО (build, own, operate — строй, владей, эксплуатируй).**

«Аккую» — четырехблочная станция с реакторами ВВЭР-1200. В настоящее время идет активное сооружение трех блоков, на четвертом идут подготовительные работы. Первый бетон на первом блоке был залит в апреле 2018 года. На втором — в апреле 2020 года. В марте 2021 года — на третьем блоке.

**Строительство полным ходом**  
В конце мая 2021 года на первом блоке «Аккую» была завершена установка корпуса реактора в проектное положение. Это один из ключевых этапов сборки. Непосредственно перед установкой корпуса реактора смонтировано опорное кольцо, на которое приходится основная нагрузка корпуса. Спустя неделю был смонтирован третий ярус внутренней защитной

оболочки реакторного здания. После сборки качество сварных соединений было подтверждено ультразвуковым методом. В октябре на блоке №1 установили четвертый ярус внутренней защитной оболочки. Это последний цилиндрический ярус ВЗО, затем начнется монтаж купола.

К настоящему времени в реакторном здании 1-го энергоблока смонтированы устройство локализации расплава, сухая защита реактора, специалисты возводят внешние стены, шахту реактора, строят перекрытия, монтируют опоры под парогенераторы. Основные работы на втором блоке — установка армоблока шахты реактора, возведение второго яруса внутренней защитной оболочки и установка опорной фермы. На блоке №3 завершено армирование фундаментных плит и выполнено бетонирование фундамента реакторного отделения и здания турбины.

Для блока №4 регулятор — Агентство по ядерному регулированию Турецкой Республики — выдал лицензию на строительство. На строительной площадке готовятся к заливке первого бетона, которая по традиции означает начало строительства нового атомного энергоблока. «В начале следующего года приступаем к сооружению фундаментной плиты зданий ядерного

острова», — прокомментировала генеральный директор АО АККУЮ НУКЛЕАР Анастасия Зотеева. До конца 2021 года на площадке будут устраивать бетонное основание фундаментных плит реакторного и турбинного зданий, затем начнется армирование.

В конце августа началась отгрузка парогенераторов для второго энергоблока. Четыре парогенератора, весом 355 тонн каждый, на пути к строительной площадке преодолеют по воде 3000 км.

Ранее, в июле, на «Атоммаше» (входит в машиностроительный дивизион Росатома — «Атомэнергомаш») собрали 6 полукорпусов емкостей системы пассивного залива активной зоны (СПЗАЗ) для первого энергоблока и завершили производство первого парогенератора для второго энергоблока. А в середине марта здесь начали изготавливать корпус реактора для третьего энергоблока.

**«Атомные» специалисты**  
Идет интенсивная подготовка молодых специалистов, которые будут работать в новой для Турции атомной отрасли. В сентябре двадцать четыре бакалавра из турецких вузов поступили в магистратуру Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого (СПбПУ) по специальностям «Теплоэнергетика и теплотехника» и «Электроэнергетика и электротехника». Это — часть целевой программы подготовки персонала для «Аккую». Ранее, в августе, дипломы магистров получили 22 выпускника, начавшие обучение в СПбПУ в 2019 году. В сентябре они были приняты в штат АО АККУЮ НУКЛЕАР.

В нынешнем учебном году в программу семи профессионально-технических лицеев провинции Мерсин вошла дисциплина «Введение в атомную энергетику». Перед началом учебного года выпускники НИЯУ МИФИ по специальности «Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг», которые в настоящее время работают в АО АККУЮ НУКЛЕАР, в течение недели читали лекции и вели семинары для преподавателей лицеев. Со своей стороны, компания АККУЮ НУКЛЕАР разработала для курса учебные материалы.

**С заботой о людях и окружающей среде**  
В АО АККУЮ НУКЛЕАР с уважением относятся к местным традициям. Так, в апреле, в период священного для всех мусульман месяца Рамадан, компания и ее подрядчики передали Фонду социальной взаимопомощи при районной администрации Гюльнар 500 продуктовых наборов для жителей района. Тогда же в школе ближайшего к станции поселка Буюкеджели при финансовой поддержке АО АККУЮ НУКЛЕАР была построена новая столовая и отремонтирована система канализации школы.

Компания уделяет большое внимание повышению экологической сознательности и экологическому просвещению подрастающего поколения. В июне сотрудники АО АККУЮ НУКЛЕАР вместе с учениками начальной школы Буюкеджели приняли участие в акции «Семена

**Для блока №4 АЭС «Аккую» регулятор — Агентство по ядерному регулированию Турецкой Республики — выдал лицензию на строительство. На площадке готовятся к заливке первого бетона, которая по традиции означает начало строительства нового атомного энергоблока**

надежды», организованной компанией в сотрудничестве со школой. В рамках мероприятия участники высадили в школьном саду саженцы авокадо, а дети получили в подарок семена цветов. Всего в школьном саду планируют посадить 40 фруктовых деревьев.

Компания традиционно принимает участие во Всемирном дне окружающей среды и организует приуроченные к этому дню экологические акции. В частности, в июне около 50 сотрудников проекта АЭС «Аккую» приняли участие в акции вблизи поселка Ташуджу, где проживают занятые на проекте российские специалисты, по уборке мусора и охране мест «гнездования» морских черепах. В начале октября в Силифке прошли «Международные дни инклюзии», в рамках которых были проведены регата (соревнование на двух яхтах) с участием команды экспедиции «Паруса духа», инклюзивные мастер-классы на яхте и экологическая акция с созданием арт-объекта из бытового мусора и предметов, поднятых со дна бухты.

**В фокусе внимания**  
Работы на площадке строительства электростанции выполняются с соблюдением всех турецких, российских и международных требований качества и безопасности, под постоянным контролем АО АККУЮ НУКЛЕАР, Агентства по ядерному регулированию Турецкой Республики (NDK), Организации технической поддержки инспекционной деятельности регулятора (NÜTED), Турецкого института стандартов (TSE), а также независимых организаций строительного контроля, включая французскую компанию Assystem. В марте 2021 года инспекторы NDK проверили российские заводы-изготовители оборудования и материалов. Обязательная сертификация Агентством — требование турецкого законодательства.

Строительство АЭС было в фокусе внимания на встрече президента Турции Реджепа Тайипа Эрдогана с российским президентом Владимиром Путиным, прошедшей в сентябре в Сочи. «Я посетил Аккую, где строится атомная электростанция: строительство идет по плану. Здесь работают больше 10 тысяч молодых турецких инженеров. Кроме того, работают 3000 молодых российских инженеров. И это число будет расти. Это приводит к тому, что наши отношения еще больше укрепляются», — заявил турецкий президент.



# Большие ставки на малые реакторы

Международная гонка по созданию SMR ускоряется

На фоне все более активной борьбы с глобальным потеплением и резкого роста цен на природный газ и электроэнергию в мире возрождается интерес к атомной энергетике, в частности к малым и средним модульным реакторам (SMR, small and medium sized or modular reactors). Пока в коммерческой эксплуатации находится только одна атомная станция с подобными реакторами — ПАТЭС в российском Певеке, однако над «малыми» технологиями активно работают во многих странах, а разработкой SMR занимается широкий круг игроков, от государственных компаний до стартапов. В нашей подборке — проекты Китая, Великобритании и Франции.

МАГАТЭ относит к малым ядерные реакторы мощностью до 300 МВт, к средним — до 700 МВт. Среди их несомненных преимуществ — минимальное воздействие на окружающую среду. SMR занимают гораздо меньшую площадь и срок их строительства значительно меньше, чем у полномасштабных АЭС, а более низкая стоимость сооружения может оказаться привлекательной для инвесторов. При этом SMR, как и АЭС большой мощности, обладают необходимой надежностью и способностью постоянно покрывать базовую нагрузку, а также гибкостью, которая позволяет при необходимости быстро корректировать нагрузку, чего электростанции, использующие

энергию солнца и ветра, делать не могут. SMR открывают возможность более широкого использования атомной энергии в отдаленных регионах, лишенных электросетей, и могут использоваться не только для выработки электричества, но и для теплоснабжения, а также опреснения морской воды.

**Китай**  
В июле 2019 года Китайская национальная ядерная корпорация CNNC объявила о запуске проекта по сооружению реактора ACP100 (многоцелевой реактор с водой под давлением (PWR) мощностью 125 МВт также имеет название Linglong One). Проект ACP100, разрабатываемый с 2010 года, был завершен в 2014 году. В 2016 году он прошел проверку безопасности со стороны МАГАТЭ. Окончательное одобрение сооружения станции было дано Национальной комиссией Китая по развитию и реформам в июне 2021 года, строительство реактора началось 13 июля. Ожидаемый срок строительства — 58 месяцев. CNNC заявляет, что этот проект станет первым в мире наземным коммерческим SMR. Китайский рынок имеет большой потенциал для масштабирования технологии SMR, поскольку страна испытывает острую потребность в декарбонизации энергосистемы.

ACP100, определенный как «ключевой проект» в 12-м пятилетнем плане Китая, разработан на основе более мощного ACP1000 (Hualong One). Конструкция включает 57 тепловыделяющих сборок и встроенные парогенераторы и обладает средствами пассивной безопасности. Установка ACP100 строится на площадке существующей АЭС «Чанцзян», где уже эксплуатируются два реактора CNP600 PWR, кроме того, здесь же в марте 2021 года начато строительство первого из двух блоков Hualong One.

После завершения строительства реактор ACP100 будет производить электроэнергию, которой будет достаточно для удовлетворения потребностей 526 000 домашних хозяйств, сообщает CNNC. Такие реакторы «могут значительно сократить потребление ископаемых источников энергии в Китае, способствовать энергосбережению и сокращению выбросов, а также имеют большое значение для содействия безопасному развитию ядерной энергетiki и независимых инноваций», — считают в компании.

В будущем предусмотрено строительство еще нескольких электростанций, имеющих от двух до шести реакторов ACP100 с расчетным сроком эксплуатации

60 лет и 24-месячным топливным циклом. По данным Всемирной ядерной ассоциации, CNNC уже подписала соглашения о строительстве еще как минимум двух наземных станций с ACP100 — в округе Хэнфэн и округе Нинду, а также соглашение о подготовке к строительству демонстрационной плавучей АЭС с ACP100S.

**Великобритания**  
Консорциум во главе с производителем авиационных двигателей Rolls-Royce объявил о привлечении не менее £405 млн на разработку SMR от собственных инвесторов и британского правительства. Министр бизнеса, энергетики и промышленной стратегии Великобритании Квazi Квартенг подчеркнул, что малые и средние модульные реакторы — «это уникальная возможность для страны использовать больше низкоуглеродной энергии, чем когда-либо прежде, и обеспечить большую энергетическую независимость».

## Премьер-министр Великобритании Борис Джонсон в прошлом году поддержал разработку SMR в рамках своего плана «зеленой промышленной революции»

Rolls-Royce и его партнеры воспользуются привлеченным первоначальным финансированием, чтобы разработать проект и согласовать его с регулятором. Ожидается, что этот процесс займет до четырех лет и позволит консорциуму завершить строительство первой электростанции мощностью 470 МВт к началу 2030-х годов. По оценкам Rolls-Royce, на действующих и законсервированных ядерных объектах в Великобритании можно установить не менее 16 SMR.

Каждая мини-электростанция будет способна производить низкоуглеродную электроэнергию примерно для 1 миллиона домов, при этом в отличие от полномасштабных атомных электростанций энергоблок с SMR будет занимать площадь, равную всего двум футбольным полям. Однако ключевое отличие состоит в том, что небольшая модульная конструкция позволяет производить части реактора, готовые к быстрой сборке в выбранном месте, и это делает MMR намного дешевле, чем реакторы большой мощности. По заявлениям компании, ожидается, что первые пять малых реакторов будут стоить £2,2 млрд каждый, а стоимость последующих блоков снизится до £1,8 млрд. По оценкам консорциума, к 2050 году программа может создать до 40 000 рабочих мест в разных регионах Великобритании. Группа заявила, что будет продолжать искать инвесторов.

Реактор Rolls-Royce будет представлять собой уменьшенную версию легководных реакторов, которые уже используются, поскольку компания делает ставку на существующие ноу-хау и цепочки поставок. Консорциум видит потенциал по достижению £250 млрд зарубежной выручки к 2050 году.

**Франция**  
Правительство Франции поможет государственной компании Electricite de France (EDF) осуществить проект по строительству SMR. Заявление, сделанное президентом Эммануэлем Макроном, свидетельствует о том, что он рассматривает ядерную энергетику как инструмент сокращения глобальных выбросов углерода, наряду с возобновляемыми источниками энергии. «Нам нужно рассмотреть различные семейства технологий», — сказал Макрон и пообещал, что правительство инвестирует €1 млрд в малые модульные реакторы и другие технологии, включая переработку ядерных отходов.

EDF разрабатывает проект Nuward (реактор с водой под давлением мощностью 170 МВт), ранее проект уже получил €50 млн в виде субсидий от французского правительства. «Первый бетон для демонстрационного реактора Nuward планируется залить в 2030 году», — заявил 4 ноября Вакисасай Рамани, старший вице-президент по развитию EDF. Место для демонстрационной установки пока не определено.

Рамани добавил, что EDF «нацелена на замену угольных электростанций мощностью от 300 до 400 МВт» на двухблочные станции Nuward, а также на обеспечение энергией удаленных муниципалитетов, энергоемких промышленных объектов и малых сетей. Однако он упомянул, что отсутствие опыта по эксплуатации SMR в глобальных масштабах необходимо учитывать при обсуждении утверждения регулируемыми органами конструкции SMR.

«Возможность последовательного развертывания лежит в основе экономического обоснования Nuward», — отметил Сандро Бальди, коммерческий директор проекта Nuward в EDF, заявив, что это относится ко всем SMR, и именно поэтому существует потребность в стандартизированных правилах для SMR.

Франция делает ставку на то, что технология SMR будет экспортироваться в регионы, которые пытаются ускорить переход на более чистое топливо. Строительство первого реактора во Франции, продемонстрировав преимущества технологии, поможет впоследствии экспортировать ее в страны, которые либо не нуждаются в реакторах большой мощности, либо не могут разместить такие энергоблоки, но которым все равно потребуются безуглеродные источники энергии для замены нефтяных, угольных и даже газовых электростанций. Однако, несомненно, потребуется эффект масштаба, чтобы сделать SMR конкурентоспособными по сравнению с установками большой мощности.







## Просто о сложном: занимательная наука для всех

*О чем говорят на фестивалях «КСТАТИ»*

Циклы, синтез, эволюция, science art — темы фестивалей науки «КСТАТИ», организуемых Информационными центрами по атомной энергии (ИЦАЭ) в Год науки и технологий, логически связаны с масштабным просветительским проектом Росатома Homo science. Фестиваль науки Homo science, собравший за 3 дня несколько тысяч зрителей, состоялся в Нижнем Новгороде в августе 2021 года. Подобные события помогают зрителям разобраться в том, как устроен окружающий

мир, как современные изобретения помогают сделать жизнь комфортнее и как технологическое развитие влияет на социум, определяя будущее всего человечества. Но начинать нужно с самых обычных вещей, которые нас окружают. Именно так устроены и фестивали науки «КСТАТИ» — российские ученые, научные журналисты и популяризаторы науки объясняют слушателям сложные научные концепции через простые примеры и образные метафоры.

### Наше будущее — Homo science!

Фестиваль науки Homo science, организованный при поддержке Росатома, стал подарком для нижегородцев к празднованию 800-летия города 18–20 августа и дал старт череде осенних научно-популярных событий сети ИЦАЭ.

«Знания — то важнейшее, что позволит нам выжить в этом новом, меняющемся, необычном мире. Это первая “Площадь знаний” в стране, и у госкорпорации “Росатом” есть планы, чтобы такие площадки появлялись и в других городах. Я очень рад и надеюсь, что у нас все получится», — так приветствовал гостей фестиваля Андрей Черемисинов, директор департамента коммуникаций Росатома.

Площадками фестиваля стали отреставрированное историческое здание, известное как комплекс банка Рукавишников, и фабрика «Маяк», а также обновленный дворик ИЦАЭ Нижнего Новгорода на площадке Нижегородского государственного технического университета имени Р. Е. Алексеева. Жители и гости города побывали на «сеансе разоблачения» обманов мозга: биолог Александр Панчин объяснял, как фокусы и трюки иллюзиониста Николая Фомушина вводят нас в заблуждение благодаря особенностям восприятия и обработки информации.

«Фокусники могут создать иллюзию и обмануть вас, а моя задача — показать, что в этом нет ничего сверхъестественного», — начал выступление Николай Фомушин.

Александр Панчин на примере известного фокуса с картами пояснил, как иллюзионист «угадывает» выбранную карту. По его словам, фокусник просто показывает нужную карту дольше всего, и 98% людей выбирают именно ее, не осознавая, что выбор сделан в результате целенаправленного воздействия. Спикер также рассказал об известном эффекте вращения стола во время спиритических сеансов. «Проверил достоверность этого феномена известный физик Макс Фарадей. Он вымазал стол клейкой массой, поверх которой положил бумагу, и участники эксперимента положили на эти листы руки. Если стол вращают духи, то он поедет вперед, а за ним начнут двигаться руки. Если стол все же вращают люди, то сначала вперед “поедут” руки, а уже за ними — стол. К удивлению всех присутствующих оказалось, что стол движется благодаря их совместным усилиям, а потусторонние сущности совершенно ни при чем», — прокомментировал биолог.

От натуралиста Евгении Тимоновой зрители фестиваля узнали, что 2,5 млн лет назад у людей произошел «взрыв в голове» — резко вырос интеллект и увеличился объем мозга в связи с переселением из джунглей в саванну. «Социальная сторона нашего интеллекта развернулась здесь в полную силу. Объединение в небольшие сообщества помогло конкурировать с другими животными, охотиться на крупную дичь, более эффективно выживать. И еще у людей появилась речь», — объяснила Евгения.

Также на Homo science обсудили со специалистом по большим данным Артуром Хачуяном, кому и зачем нужен наш «цифровой след» в интернете; сделали зарядку «по науке»; благодаря научному сотруднику ОИЯИ Марку Ширченко разобрались, что такое теория струн и эффект Доплера, Большой адронный коллайдер и, конечно, теория суперасимметрии — все эти темы затрагиваются в популярном сериале «Теория Большого взрыва».

### Эволюция языка, Вселенной, блюза и человека

Эволюция стала основной темой фестиваля науки «КСТАТИ» во Владимире, проходившего с 21 по 24 сентября. Что общего у блюза и вирусов? Они эволюционируют! О том, как развивался жанр «американских женских страданий», и о жизни вирусов узнали зрители научно-популярного ток-шоу «Квадрат эволюции», на котором выступили доктор биологических наук, профессор МГУ Алексей Аграновский и музыканты Владимир Кожекин и Иван Жук.

В языке и Вселенной случаются не только эволюции, но и революции, и самой главной революцией космического масштаба можно считать Большой взрыв, в результате которого и сформировалась наша Вселенная. Еще один революционный скачок произошел через 380 тысяч лет после Большого взрыва — температура пространства понизилась настолько, что из элементарных частиц с разными зарядами начали формироваться электрически нейтральные атомы. Об этом владимирцам рассказал физик-блогер Дмитрий Побединский.

«Когда мы учим язык в школе, мы привыкаем к взгляду на язык как на нечто статичное, не развивающееся. И когда что-то меняется на наших глазах, мы очень часто этого боимся, злимся, раздражаемся. И, как правило, когда речь идет о каком-то языковом идеале, то для нас он всегда в прошлом», — отметил





## Яркость, образность и разнообразие тем и форматов на фестивалях науки «КСТАТИ» превращают разговор о прогрессе и технологиях в настоящий научный праздник, а жители регионов приобщаются к самым свежим новостям науки и технологий

Владимир Пахомов, главный редактор портала «Грамота.ру». «Революциями» в языке, по мнению лингвиста, можно назвать орфографическую реформу Петра I и реформу русской орфографии 1918 года, подготовка к которой началась еще до Первой мировой войны.

Одной из премьер владимирского фестиваля стал Public talk, собравший трех антропологов: биолога Елену Сударикову, историка-археолога Александра Митрякова и городского антрополога Елизавету Головину. Главной темой обсуждения стал человек. «Нельзя говорить, что человек настоящего лучше своих предков. В пользу древнего человека говорит то, что он отлично выживал на протяжении 2,5 млн лет, а мы с вами за последние 50–70 лет наделали много такого, что не факт, что следующее поколение доживет до благополучного конца», — отметил Александр Митряков.

**От водородных и ядерных технологий до нейробега**  
Эстафету «КСТАТИ» подхватил Челябинск — телемост с Владимиром о здоровье и путешествиях состоялся

в первый день фестиваля науки «КСТАТИ: синтез». Гости центров обоих городов узнали от популяризаторов медицины Алексея Водовозова и Алексея Утина, как правильно подготовиться к отпуску и что обязательно нужно сделать перед визитом в экзотические страны.

Радиационные технологии давно стали частью обыденной жизни. «С помощью ядерных технологий опресняют воду, обеззараживают продукты, лечат злокачественные опухоли, определяют возраст археологических находок и досматривают багаж пассажиров», — рассказал челябинцам доцент НИЯУ МИФИ Егор Задеба. Так, для получения трековой мембраны облучают пленку, в которой образуются микроотверстия, и получается фильтр, через который может пройти только чистая вода.

Теме водорода и водородной энергетики была посвящена лекция научного журналиста Алексея Паевского. «13,7 млрд лет назад случился Большой взрыв. Затем в промежутке от минуты до часа появились водород, гелий и немного лития. Весь водород, который существует во Вселенной и по сей день, появился именно тогда», — рассказал эксперт. Слушатели узнали, что в современном мире водородные топливные элементы уже применяются в авиации и коптерах, существуют водородные мотоциклы, велосипеды, автобусы, прогулочные катера и даже первые серийные автомобили. Главные достоинства водородного топлива — полное отсутствие вредных выхлопов и возможность его быстрого производства в нужном количестве.

Кроме того, в Челябинске устроили читку пьесы «Андроиды» по роману Филипа Дика «Мечтают ли андроиды об электроовцах?», провели нейропробежку и обсудили биографию Солнца с точки зрения астрофизики.

### Циклы: ищем параллели в науке, искусстве и моде

«История диалога между наукой и искусством тянется с древнейших времен. Еще Пифагор и его последователи пытались переложить язык музыки на язык математики: соотносить размер музыкальных инструментов с теми звуками, которые они издают и которые человеческое ухо находит гармоничными или, наоборот, дисгармоничными», — объяснил ростовчанам физик Арам Бугаев.

Наука, по мнению спикеров фестиваля науки «КСТАТИ: циклы» в Ростове-на-Дону, отражается не только в музыке: например, эффект Доплера можно услышать в звуке сирены скорой помощи, проезжающей мимо, а метод радиоуглеродного анализа позволил установить, что знаменитая Туринская плащаница — это средневековая подделка.

Гвоздем программы ростовского фестиваля науки стали события, посвященные материалам. Так, младший научный сотрудник АО «НИИграфит» Сакина Зейналова рассказала об основных современных



технологиях протезирования и имплантации. Главная задача, по словам спикера, заключается в поиске материалов, сочетающих биосовместимость, нетоксичность, прочность и пористость, сопоставимую с костной тканью. «Главное преимущество использования синтетических полимерных материалов — возможность создания индивидуальной формы имплантата благодаря 3D-печати», — подытожила Сакина.

Завершающим событием фестиваля стало научно-популярное ток-шоу «Science МОДА». На шоу обсудили концепцию trashion — создание одежды, обуви или аксессуаров из ненужных вещей. «При этом материал может быть каким угодно — от старых джинсов до пластиковых бутылок. Главный принцип trashion — ничего не выбрасывать и делать повторное использование вещей не просто практичным, но и эстетичным. После 2004 года trashion становится по-настоящему популярным. Экспонатами на выставках стали произведения искусства, сделанные из мусора, а зонтики, шторы для душа и рюкзаки начали производить из вторичного сырья», — объяснила эксперт шоу, стилист Наталья Ной. Для зрителей ток-шоу была организована демонстрация одежды и аксессуаров, которые создаются в процессе рециклинга.

### Science Art по-красноярски

На фестивале науки «КСТАТИ» в Красноярске анализировали искусство коммуникации, культурные слои, химию красок и радиоуглеродную датировку.

«Подлинность делает искусство уникальным. А главный критерий эффективной коммуникации — донесение до целевой аудитории неискаженного, подлинного смысла», — считает Никита Медянцев, руководитель пресс-службы НО РАО.

«Культурный слой представляет собой слоеный пирог: чем больше и активнее люди проживали в то или иное время, тем больше слоев будет на участке их существования», — объяснил историк Антон Кочнев.

«Существует множество оптических иллюзий, где при взгляде на картину наш мозг говорит одно, а глаза видят другое. Мы пытаемся понять окружающий мир с помощью органов чувств, но они не совершенны. Мы видим мир ночью черным, а кошка — серым», — прокомментировал кандидат биологических наук Егор Задереев. По словам эксперта, современные технологии позволяют выйти за пределы обычного восприятия. Так, с появлением электронных микроскопов ученые смогли не просто разглядывать изображение, но и понимать, сколько атомов того или иного вещества есть в рассматриваемом объекте. Изучив таким образом молекулы ДНК, исследователи научились редактировать гены.

О связи живописи и химии рассказала преподаватель красноярского «Кванториума» Татьяна Трофимова. «Первой краской, которую начали использовать в создании рисунков, была черная, а первым синтетическим цветом — синий. В XX веке с появлением органической химии впервые появились синтезированные вещества, новые составы и новые основы, например акриловые краски, а также мы пришли к развитию цифрового искусства. Цифровые технологии, с одной стороны, дали нам огромный выбор вариантов, цветов и оттенков, с другой стороны, лишили возможности соприкосновения с искусством как таковым», — считает спикер.

Красноярцы также узнали, что установить дату возникновения земных артефактов помогает радиоуглеродный метод датировки, а вот возраст звезд астрофизики определяют по их яркости и спектральному классу.





Федор Буйновский,  
обозреватель «Вестника атомпрома»

# Эффект бабочки

Как формирование новой системной философии управления повлияло на становление ESG-принципов

**Впервые выражение «эффект бабочки» как символ незначительного события, ведущего к серьезным последствиям, использовал математик и метеоролог, основоположник теории хаоса Эдвард Лоренц в процессе анализа результатов компьютерного моделирования изменений погоды. В 1961 году он прочитал в Мас-сачусетском технологическом институте лекцию «Может ли трепетание крыльев бабочки в Бразилии стать причиной торнадо в Техасе?»**

В современном виде ESG-принципы впервые сформулировал бывший генеральный секретарь ООН Кофи Аннан. Он предложил управленцам крупных мировых компаний включить эти принципы в свои стратегии в первую очередь для борьбы с изменением климата. Аббревиатуру ESG можно расшифровать как «экология, социальная политика и корпоративное управление». В широком смысле — это устойчивое развитие коммерческой деятельности, которое строится на следующих принципах: ответственное отношение к окружающей среде (англ. E — environment); высокая социальная ответственность (англ. S — social); высокое качество корпоративного управления (англ. G — governance). Можно считать, что коммерческие компании следовали целям устойчивого развития, следуя ESG-принципам.

В XXI веке зарождающееся посткапиталистическое общество формирует новую системную философию управления, изменяющую человека и окружающий мир. С этой точки зрения интересно проследить за тем, как сформировалось современное понимание терминов «развитие» и «самообучение» в применении для организаций. Один из ведущих специалистов в этой области — Питер Сенге, автор теорий организации развития и организационного обучения и системного мышления, основатель и председатель Общества организационного обучения.

Питер Сенге достаточно полно описывает эту новую философию управления — философию системного

мышления. Он выделяет пять направлений «дисциплин», которым необходимо обучать будущего специалиста в сфере управления. Во-первых, личному мастерству, совершенствованию личности, нравственному самосовершенствованию. Во-вторых, нужно создавать общее видение на основе общих ценностей, целостности общей мечты. В-третьих, необходимо осуществлять коллективное обучение, развивать связи, коммуникации, диалог. В-четвертых, изучать когнитивные интеллектуальные модели, прикладные теории менеджмента. В-пятых, формировать системное мышление. Системное мышление — основа жизнедеятельности «общества знаний» и соответствующей ему философии управления. Именно это является основой самообучения и развития.

«Многим стало ясно, что традиционные методы управления нуждаются в обновлении. В сфере бизнеса рост неопределенности, экономические и политические потрясения, растущая взаимозависимость мировых рынков и мировых корпораций породили призыв к радикальным изменениям. В обществе в целом растет понимание того, что имеющиеся тенденции к росту потребления и загрязнения окружающей среды, растущие дезинтеграция и неуправляемость представляют собой беспрецедентную угрозу для будущего. Сегодня многие признают, что нам нужна куда большая способность учиться, чем могут обеспечить традиционные авторитарно-иерархические организации», — пишет Питер Сенге.

По его мнению, умение изменить себя не менее важно, чем способность что-то поменять в организации. Для того чтобы обновить методы управления компаниями, в МТИ был основан Центр организационного обучения (Center for Organizational Learning). В его создании приняли участие такие гиганты, как Ford, Harley-Davidson, Federal Express, EDS, Intel, Herman Miller, AT&T и др. По мнению создателей центра, только новый подход сможет помочь реализовать концепцию создания новых эффективных организаций. Необходимо овладеть способностью к «интеллектуальному моделированию», потому что именно эта способность позволяет соединить обучение

с повседневной деятельностью, поскольку мы видим мир через призму интеллектуальных моделей.

В процессе работы Центра организационного обучения, его лидеры пришли к следующим выводам:

1. Внедрение принципов обучающихся организаций оказывает существенное и измеримое воздействие на эффективность. Осуществленные Центром пробные проекты привели к скачку в уровне эффективности рабочих команд, при том что сами члены команд чувствовали, что границы возможного еще очень далеко впереди.

2. На каждый случай успеха приходится хотя бы одна неудача. Неудачи бывают в тех случаях, когда группы не имеют права действовать в тех направлениях, которых требуют осваиваемые дисциплины; не получают организационной поддержки, а потому не в состоянии уделять достаточно времени и энергии овладению обучающимися дисциплинами; не готовы к тяжелому труду, требуемому от каждого овладающего обучающимися дисциплинами.

3. Усилия по развитию способностей к обучению в лучшем случае порождают смесь «поведенческих» и «технических» изменений. То есть при работе «над системой» люди одновременно работают и «над собой». Группа может заниматься кардинальным совершенствованием процесса внедрения новой продукции, но при этом каждому приходится глубоко размышлять о собственных гипотезах и своем поведении в рамках системы. Эта смесь технических и поведенческих аспектов предполагается базовыми дисциплинами, причем как глубоко личными (личное совершенствование и интеллектуальные модели), так и предельно концептуальными (системное мышление).

4. Источник лидерства — глубокая личная убежденность и уверенность тех, кто принимает решение об участии в проекте. Такие люди глубоко уверены в необходимости иметь перспективы развития системы, в том, что соответствующие гипотезы должны быть выведены на поверхность, что важно уметь вести творческий диалог и опираться на самые возвышенные желания людей. Таких не нужно убеждать. У некоторых отклик возникает практически сразу. Так или иначе, для понимания связи между изменениями в способах мышления и действия и работой организаций зачастую бывает нужен «глубокий личный опыт», позволяющий каждому связать свои представления с обучающимися дисциплинами.

5. Когда работа начинает расширяться и вовлекать новых людей, это всегда является следствием получения практических результатов. Ключевой элемент, выделенный координаторами Центра — необходимость постоянных экспериментов и проверок. Эксперименты и проверки не позволяют нам основываться на слепой вере. Нам приходится постоянно проверять достоинства наших идей и методов. Кроме того, это увеличивает наши возможности, ибо расширяется круг участников работы. На первом этапе

число участников всегда ограничено. Большинство же остальных начинают развивать свои способности к обучению потому, что это дает им преимущества в работе.

6. Во многих ситуациях труднее всего дается прогресс в системном мышлении. Развитие новых концептуальных умений — трудная работа. Необходимы терпение и настойчивость, отсутствующие в большинстве проектов группового обучения. Но если эти способности начинают усиливаться, результаты оказываются поразительными и появляется стремление продвигаться дальше в этом направлении.

8. Эффективное движение вперед может начаться как на вершине организации, так и в середине управленческой пирамиды. Часть самых эффективных пробных проектов Центра обучения возникли без ведома руководства корпорации. Некоторые из них заинтересовали руководство и теперь становятся источником изменений организации в целом. А были и обратные случаи, когда все усилия генерального директора не смогли дать заметного прогресса. Важно, чтобы нашелся «местный лидер» программы обучения. Во всех случаях, когда удавалось достичь существенного прогресса, лидеры процесса обучения имели возможность заняться решением конкретных деловых проблем. По мере того как растут их способности к обучению, возникают новые деловые идеи, и эти идеи автоматически преобразуются в решения и действия.

Следует отметить, что несмотря на перечисление целого ряда аспектов, самым слабым местом Питер Сенге считает системное мышление. Системное мышление в процессе постоянного пересечения учебы с повседневной жизнью на практике учит человека изменять реальность в соответствии со своей мечтой, находить «рычаг» управления системой. Обучаясь, человек заново творит себя. Люди ощущают принадлежность к чему-то большему, чем они сами, включенность в плодотворную жизнь.

В Древней Греции это называлось «метанойя» — изменение сознания, в ранней христианской традиции понималось как вдохновение, непосредственное проникновение в суть высшего. Именно это управленческое искусство, по мнению его апологетов, поможет менеджерам во всей полноте видеть и картину мира, возможность системных изменений, которые могут вызвать «эффект бабочки».

По сути, вся философия ЦУР сводится к тому, чтобы использование ограниченных ресурсов позволило их сохранить для будущих поколений. Для достижения целей устойчивого развития необходимо объединить усилия по трем направлениям. Это экономический, социально-политический и экологический секторы в самом широком смысле. Все это требует междисциплинарных и трансдисциплинарных исследований в различных секторах. Питер Сенге видит выход в «Пятой дисциплине», то есть системном мышлении, чтобы «эффект бабочки» привел к процветанию, а не к урагану.



