

«ВСЕ ОБЪЕДИНЕНО ОБЩИМ ПОНИМАНИЕМ ВАЖНЫХ МОМЕНТОВ В ОТНОШЕНИИ КЛИМАТА»

Как первый в России климатический научно-образовательный центр интегрирует усилия ученых, предпринимателей и государственных органов власти для решения экологических проблем, рассказал проректор по перспективным проектам Сибирского федерального университета Сергей Верхоуев

→ 03

К ЧЕМУ ВЕДЕТ ЭНЕРГОПЕРЕХОД

Дискуссия об энергетическом переходе зачастую сводится к тезисам о незаменимости углеводородов, прерывистости работы возобновляемых источников энергии (ВИЭ) и недостатках электромобилей, из-за чего на второй план уходит суть – превращение низкоуглеродных технологий в новый драйвер развития мировой энергетики и транспорта

→ 04

ВЕДОМОСТИ НАУКА

среда | 23 октября 2024 | № 4 (6) | рекламное СМИ

ДЕЛОВАЯ ГАЗЕТА

Пути декарбонизации

Игорь Ситцевский

Завершается первый этап создания «Российской системы климатического мониторинга», призванный улучшить оценку поглощения углерода экосистемами. Ученые смогут рассчитать углеродоемкость энергоперехода экономики и решать новые задачи по декарбонизации

Утвержденная в 2023 г. президентом РФ Владимиром Путиным Климатическая доктрина установила ключевую цель – достижение углеродной нейтральности России до 2060 г. То есть необходимо достичь равновесия между объемами выбросов парниковых газов и их поглощением природными экосистемами.

Для достижения этого баланса необходим точный учет потоков углерода. По этой причине создание «Российской системы климатического мониторинга» (важнейший инновационный проект государственного значения, ВИП ГЗ, который курирует Минэкономразвития) включено в перечень ключевых задач в указе о национальных целях развития до 2030 г. В конце 2024 г. завершается первый этап создания системы мониторинга, которая должна обеспечить государство, бизнес и граждан объективными данными об изменении климата и его последствиях, уточнить оценки выбросов и поглощений парниковых газов для экологической трансформации отраслей экономики.

РАЗЛИЧИЯ В ОЦЕНКАХ

У отечественных и зарубежных научных коллективов оценки поглощения парниковых газов лесными и другими наземными экосистемами России существенно разнятся, отметили в консорциуме «Углерод в экосистемах: мониторинг» («РИТМ углерода»). Для повышения точности оценок и получения достоверной информации консорциум собирает данные дистанционного зондирования Земли из космоса, а также наземные и авиационные измерения, которые делаются на тестовых полигонах – специальных территориях, организованных для изучения запасов углерода. Информацию обрабатывают с помощью математических моделей. На первом этапе проекта в 2023–2024 гг. запущены 254 тестовых полигона. К 2030 г. сеть мониторинга поглощений углерода экосистемами будет включать 1317 полигонов для наблюдений разного уровня интенсивности. Для анализа получаемых данных создана информационно-аналитическая среда «Углерод-Э».

Полученные на первом этапе ВИП ГЗ результаты показали, что среднесреднегодное нетто-поглощение углекислого газа (CO₂) управляемыми лесами (теми, где осуществляется систематическая антропогенная деятель-



Российские леса стали карбоновыми полигонами, на которых ученые изучают поглощение углерода / АНДРЕЙ ГОРДЕЕВ / ВЕДОМОСТИ

ность) в 2002–2023 гг. составляло 1156,9 млн т в год, из них 68,4 млн т – поглощение редколесьями/рединами. Однако согласно результатам последней инвентаризации лесов для Национального кадастра, который ведет Институт глобального климата и экологии им. академика Ю. А. Израэля (ИГКЭ), в 2021 г. нетто-поглощение в них составило около 621 Мт CO₂-эквивалента.

«Различия в оценках «РИТМ углерода» и официальных данных инвентаризации по лесам, исключая редколесья, не оцениваемые в Национальном кадастре, составляют 467,5 Мт CO₂-эквивалента», – отметили в консорциуме. К 2030 г., когда сеть мониторинга будет полностью развернута, данные по поглощению углерода лесами и другими наземными экосистемами будут существенно уточнены, рассказали специалисты.

Благодаря первому этапу ВИП ГЗ в Национальном кадастре парниковых газов уточнено 22 коэффициента расчета выбросов. Они используются для оценки антропогенных выбросов и поглощений при составлении кадастра для отчетности в секретариат Рамочной конвенции об изменении климата ООН. Как рассказала директор ИГКЭ Анна Романовская, раньше применялись рекомендуемые в международной методологии усредненные коэффициенты. «Теперь мы разработали уточненные национальные значения. Таким образом, за счет разработки 22 коэффициентов уточнены объемы 28% от совокупных выбросов России», – пояснила Романовская.

«Создана система климатического мониторинга и прогнозирования изменений климата, в том числе

морей России, а также система мониторинга субполярной части Атлантического океана и северо-западной части Тихого океана, обеспечены круглогодичные наблюдения за состоянием морей и ключевых районов океана», – говорится в пресс-релизе Минэкономразвития по итогам совещания в октябре 2024 г., посвященного предварительным результатам первого этапа ВИП ГЗ. По оценкам министерства, точность описания углеродного цикла повысилась на 20–70%.

АМБИЦИОЗНЫЕ ЦЕЛИ

Второй этап создания «Российской системы климатического мониторинга» запланирован на 2025–2030 гг. В проект дорожной карты включено развитие государственной наблюдательной сети Росгидромета, создание цифровых ресурсов, а также международное продвижение результатов проекта.

После получения достоверных данных о выбросах и поглощениях, а также усовершенствования подходов в расчетах можно более четко установить целевые показатели, отметила первый заместитель генерального директора Центра стратегических разработок (ЦСР) Татьяна Радченко. По ее словам, проведенная в 2022–2024 гг. российским правительством совместно с научным сообществом работа в рамках ВИП ГЗ уточнила исходные данные Национального кадастра антропогенных выбросов, как в части экосистем, так и в части отраслевых параметров.

С учетом полученных расчетов и реализации мероприятий, заложенных в Стратегию социально-экономического развития России с

низким уровнем выбросов парниковых газов до 2050 г. (СНУР), страна может увеличить свой вклад в глобальную климатическую цель – сокращение выбросов парниковых газов, считает Радченко. «Данная цель может быть достигнута при сохранении темпов экономического роста страны не менее 3% в год и реализации ряда отраслевых мероприятий по декарбонизации», – полагает эксперт.

По данным Национального кадастра, нетто-выбросы парниковых газов в России в 2021 г. составляли 1650 млн т CO₂-эквивалента. Россия все еще входит в пятерку лидеров по их объему, уступая Китаю, США, Индии и ЕС, рассказала Радченко: «Россия выбросила в 7 раз, у США – более чем в 3 раза, у Индии и ЕС – в 2 раза».

Учитывая работу «Российской системы климатического мониторинга» и принимаемые государством меры, достижение Россией углеродной нейтральности к 2060 г. является осуществимой задачей, уверена Радченко. Реализовывать ее нужно сразу по нескольким направлениям: повышение качества наблюдательной сети и исходных данных, стимулирование бизнеса, региональных и местных властей и населения к ответственному климатическому поведению, а также развитие климатического регулирования, включая рынки углеродных единиц. Кроме того, необходимо развивать сотрудничество с дружественными странами по вопросам климата.

«Но стоит признать, что движение в сторону углеродной нейтральности после 2035 г. будет требовать от России еще более амбициозных, определяемых на национальном уровне вкладов, в соответствии с Парижским соглашением», – полагает эксперт.

СПОСОБЫ ДОСТИЖЕНИЯ

Сейчас необходимо продолжить работу по максимизации поглощающей способности экосистем, считает директор Института народнохозяйственного прогнозирования РАН Александр Широков. Это

включает борьбу с пожарами, реализацию природно-климатических проектов и т. д. Но главное – нужно обеспечить точность учета объема поглощенных парниковых газов, отметил эксперт.

По его словам, первый этап ВИП ГЗ по созданию «Российской системы климатического мониторинга» позволил рассчитать целевые показатели по выбросам для отраслей экономики, которые учитывают достижение всех национальных и стратегических целей развития, а также наличие технологических возможностей для декарбонизации. Существенно уточнены измерения выбросов и поглощений парниковых газов, что дает лучшую картину для планирования будущих действий, считает Широков. При этом для перехода на новый технологический уклад в стране необходимо сначала обеспечить соответствующее научно-технологическое и промышленное развитие, причем в условиях жестких санкционных ограничений.

«Поэтому до 2030 г. мы ожидаем рост выбросов, и это объективно обусловленный начальный этап траектории к углеродной нейтральности, за которым последует достижение пика выбросов и стадия их уверенного снижения», – считает ученый.

Широков отметил, что нельзя подрывать развитие ведущих отраслей экономики, в частности нефтегазового сектора. «Ведь если в экономике не будет достаточно доходов, возникнут сложности с инвестициями, а значит, и с ростом эффективности низкоэмиссионной трансформации», – сказал он.

Поэтому, по мнению ученого, важно делать акцент на таких направлениях декарбонизации, как энергоэффективность в сфере зданий, управление сектором отходов, борьба с fugitivными выбросами. Постепенно будут внедряться электромобили в транспорте, возобновляемые источники энергии (ВИЭ) в электроэнергетике. При этом на фоне сокращения «топливного спроса» на углеводороды будет увеличиваться их потребление в качестве сырья для химической промышленности. Также в структуре российской генерации должна расти доля АЭС, а следствием станет снижение углеродного следа электроэнергетики, считает Широков.

Другим перспективным способом декарбонизации является переход на биотопливо, который можно провести в том числе в авиации и судоходстве, считает основатель и генеральный директор компании «КарбонЛаб» Михаил Юлкин. «Грубо говоря, эра авиационного керосина потихонечку заканчивается. Морские перевозчики тоже переходят на биотопливо, со временем все меньше будет нужно флотского мазута», – рассказал эксперт.

В то же время развитие водородной отрасли экономики в мире происходит достаточно тяжело: технологии не слишком быстро дешевеют, а объемы топлива не очень большие, отметил Юлкин.

«Технологий снижения выбросов существует множество, но нам необходимо выбрать такой набор решений, который позволит достигнуть цель по выбросам и чтобы экономика при этом не пострадала от чрезмерных затрат», – заключил Широков.

1156,9 млн т

В ГОД СОСТАВЛЯЛО СРЕДНЕСРЕДНЕГОДНОЕ НЕТТО-ПОГЛОЩЕНИЕ УПРАВЛЯЕМЫМИ ЛЕСАМИ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА (CO₂) В 2002–2023 ГГ.



Трудности энергоперехода

Маргарита Парфененкова

Идея достижения углеродной нейтральности в мире трансформируется. Ее вектор смещается в сторону обеспечения энергетической безопасности стран

К 2030 г. мощности возобновляемых источников энергии (ВИЭ) в мире должны составить более 11 ТВт, т. е. в 3 раза больше, чем сегодня. Такова цель, установленная итоговым документом климатического саммита COP28 в Дубае. Текущие национальные планы направлены на обеспечение лишь половины необходимого роста, говорится в отчете Международного агентства по ВИЭ (IRENA), опубликованном в октябре.

ДЕКАРБОНИЗАЦИЯ – ЭТО ДОРОГО

Выводы авторов отчета подчеркивают неадекватность существующих политик и планов по снижению выбросов парниковых газов. В документе говорится о необходимости политических вмешательств и масштабных инвестиций: исполнение цели Парижского соглашения по ограничению глобального потепления в пределах 1,5 градуса потребует финансирования в размере \$1,5 трлн в год.

Многие страны, ранее объявившие о своих целях по декарбонизации экономики, столкнулись с экономическими и социальными



Сегодняшняя мировая тенденция – признание необходимости ставить в основу целей устойчивого развития качество жизни и безопасность людей / ИСТОК

вызовами, рассказал замдиректора «ВНИИ Экология» Вадим Петров. Сегодняшняя мировая тенденция – признание необходимости ставить в основу целей устойчивого развития (ЦУР) качество жизни и безопасность людей. Это породило мнения о необходимости пересмотра сроков достижения углеродной нейтральности, отметил он.

Важным маркером этой тенденции стал пересмотр целей по достижению углеродной нейтраль-

ности крупными международными компаниями. Так, в марте этого года Shell обновила стратегию в области энергоперехода, теперь компания не планирует снижать выбросы до 45% к 2025 г. Американская энергокомпания FirstEnergy отказалась от промежуточных целей по сокращению выбросов к 2030 г., поскольку угольным электростанциям попросту нет адекватной замены.

Индекс энергоперехода (Energy Transition Index, ETI), который публикует Всемирный экономический форум, показывает замедление процесса трансформации энергетической отрасли, обратила внимание замдиректора центра по энергопереходу и ESG «Сколтеха» Ирина Гайда. В этом направлении по-прежнему лидирует Европа, также заметного прогресса добились Бразилия и Китай. Однако 83% стран «откатились назад» по сравнению с прошлым годом, по крайней мере по одному из трех

показателей эффективности энергетических систем – безопасности, справедливости и устойчивости, утверждает эксперт.

По словам Гайды, торговые, санкционные и тарифные барьеры приводят в ряде стран к снижению стоимости ископаемых энергоносителей и одновременно делают более дорогими электромобили и ВИЭ, производящиеся в Китае.

Все энергосистемы находятся в треугольнике «низкая углеродоёмкость – энергетическая безопасность – сохранение конкурентоспособности экономики», в котором можно выделить только два условия из трех, но не три сразу, прокомментировал руководитель группы оценки рисков устойчивого развития компании АКРА Владимир Горчаков.

«Более-менее сбалансированно эта задача решается в Китае, где одновременно наращиваются мощности почти всех типов электростанций при сдвиге акцентов в сторону ВИЭ и гидроэнергетики», – рассказал он, добавив, что остальные страны либо теряют в конкурентоспособности отдельных отраслей промышленности, как ЕС, либо делают ставку на сохранение баланса в энергосистемах, а цели достижения углеродной нейтральности ставят на второй план. Последний вариант выбрали Россия и США.

ЭНЕРГОБЕЗОПАСНОСТЬ ИЛИ ЭКОЛОГИЯ

Фокус на энергобезопасности подталкивает государства к диверсификации источников поставок и опоре на внутренние энергоресурсы, даже если это уголь, а не ВИЭ, отметила Гайда. «В одних странах это будет означать рост использования угля и нефти и отказ от импорта компонентов ВИЭ, – пояснила она. – В других, наоборот, произойдет расширение использования ВИЭ для снижения зависимости от цепочек поставок ископаемого топлива».

Чтобы в России состоялся четвертый энергопереход – от ископаемых видов топлива к возобновляемой энергетике, – необходимо создание благоприятного инвестиционного климата для проектов в сфере ВИЭ и природоподобных технологий (ППТ) в энергетике, считает Петров. По его словам, необходимо совершенствование законодательной и нормативной базы, стимулирование внутренних и иностранных инвесторов, развитие научно-технического потенциала и инфраструктуры.

Перевод угольных тепловых электростанций на газ является одним из возможных шагов на пути к снижению выбросов, отметил Петров. Он пояснил, что угольные запасы России многократно превосходят газовые, их хватит как минимум на 300–400 лет использования, а газа – лишь на полвека.

«Использование газа может быть среднесрочным стратегическим механизмом, а вот экологизация угля позволит нам обеспечить стабильный энергобаланс минимум на несколько веков», – считает эксперт. Газовые электростанции выбрасывают в атмосферу меньше CO₂ по сравнению с угольными, но модернизация существующих мощностей и строительство новых газопроводов требуют значительных инвестиций, отметил он.

«Современные технологии «чистого угля» и решения по улавливанию и хранению углерода могут сделать уголь углеродно нейтральным», – утверждает Петров.

Однако, по мнению генерального директора «Эн+» Владимира Колмогорова, с точки зрения экологии перевод угольных ТЭЦ на газ является более эффективным инструментом, чем использование самого современного газоочистного оборудования. «Но необходимо понимать сроки перехода на газ, чтобы планировать соответствующие инвестиционные проекты, объем которых будет исчисляться сотнями миллиардов рублей», – сказал он. В компании уверены, что процесс энергоперехода в России будет тесно связан с темпами газификации».

\$1,5 трлн

В ГОД ПОТРЕБУЕТ ФИНАНСИРОВАНИЕ ПАРИЖСКОГО СОГЛАШЕНИЯ ПО ОГРАНИЧЕНИЮ ГЛОБАЛЬНОГО ПОТЕПЛЕНИЯ В ПРЕДЕЛАХ 1,5 ГРАДУСА

В современном мире влияние людей на окружающую среду не сводится только к локальному загрязнению, а носит уже планетарный характер. Из-за деятельности человека меняется химический состав атмосферы, что приводит к усилению парникового эффекта. Таким образом, ключевой вопрос в глобальной экологической повестке – негативное воздействие антропогенного фактора на климат. Как остановить или хотя бы замедлить этот процесс? Некоторые ученые с мировым именем вполне серьезно, а не с целью привлечения общественного внимания к проблеме называют ее экзистенциальным вызовом для человечества.

Это вопрос не долгосрочной перспективы, а ближайшего будущего. Ситуация меняется стремительно. Всего лет 20 назад о климатической повестке как о ключевой действительно можно было рассуждать в контексте будущего. Сегодня же мы видим, что темпы изменений растут.

Так, по данным Всемирной метеорологической организации, последнее «полное календарное» десятилетие, с 2011 по 2020 г., было самым теплым. Согласно оценке Межправительственной группы экспертов по изменению климата, представленной в июне этого года, в минувшие 10 лет (2014–2023) наблюдаемое глобальное потепление составило 1,19 градуса относительно доиндустриального периода (1850–1900). А 2023 г. европейская климатическая служба Copernicus

Темпы климатических изменений растут

МИХАИЛ ЮЛКИН
ОСНОВАТЕЛЬ И ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ДИРЕКТОР КОМПАНИИ «КАРБОНЛАБ»



признала самым жарким за всю историю наблюдений. Все это происходит на наших глазах.

Для России проблема климатических изменений особенно актуальна. 40 регионов, одновременно пострадавших от паводка в этом году, когда под воду уходили гигантские территории, – явление беспрецедентное. При этом в нашей стране, по оценкам ученых, темпы роста среднегодовой температуры в 2,5 раза выше общепланетарных, а в Арктической зо-

не – в 3–4 раза. Такая реальность создает колоссальные риски.

Основные кладовые природных ресурсов России находятся на севере. Три года назад на Таймыре произошла крупнейшая в Арктике экологическая катастрофа, когда из-под бака хранения дизтоплива ушла свая. Это наглядный пример последствий таяния вечной мерзлоты. А по соседству – Ямал, где сосредоточено много газовых месторождений. Если на полуострове произойдет аналогичная катастрофа, то без электричества останется вся европейская территория страны, где доминирующей генерацией является газовая. Такое развитие ситуации – существенный удар по энергетической безопасности европейской части России, где живет основная часть населения страны. То есть экономические потери – прямое следствие изменения климата.

Основная опасность состоит в том, что соответствующие риски до сих пор до конца не осознаны. Например, на картах, которые несколько лет назад представлял Росгидромет, северные территории – зоны относительно небольшого экологического риска.

Очевидно, что ни одна страна в одиночку проблемы глобального потепления решить не может, усилия должны быть коллективными. Меняющийся климат, угрозы, связанные с этим, те действия, которые мировое сообщество предпринимает по смягчению климатических изменений, энергопереход – в современной трактовке не только экологический, но и мощнейший экономический вызов. И для России как крупнейшего поставщика угле-

физически недоступными. При этом нефтепродукты обеспечивают внутреннюю энергетическую безопасность страны и являются главной статьей российского экспорта.

С другой стороны, коллективные действия мирового сообщества, направленные на ограничение глобального потепления, подразумевают отказ от ископаемого топлива. Это еще один риск для российского топливно-энергетического комплекса – падение мирового спроса на углеводороды.

Для России проблема климатических изменений особенно актуальна. 40 регионов, одновременно пострадавших от паводка в этом году, когда под воду уходили гигантские территории, – явление беспрецедентное

водородов – в первую очередь, поскольку глобальное потепление потенциально создает угрозу нефтяным месторождениям. При таянии многолетней мерзлоты происходит процесс их заболачивания – они могут оказаться

Основной вопрос – каким образом мы сможем ответить на вызов, связанный с изменением климата, и просчитать все последствия своих действий. Адресован он в первую очередь научному сообществу».



«Все объединено общим пониманием важных моментов в отношении климата»

Борис Петров

Сибирь является уникальным запасником природных ресурсов, а сибирские регионы – это крупнейшие промышленные территории, создающие риски для окружающей среды. О том, как первый в России климатический научно-образовательный центр интегрирует усилия ученых, предпринимателей и государственных органов власти для решения экологических проблем, рассказал проректор по перспективным проектам Сибирского федерального университета (СФУ) Сергей Верховец.

– Научно-образовательный центр (НОЦ) «Енисейская Сибирь» является первым российским климатическим центром. Почему именно климатический, из каких соображений данный аспект оказался в центре внимания крупнейшего в Центральной Сибири научного центра?

– Для России, да и для всей нашей планеты в целом климатическая повестка является одной из ключевых. И это комплексная проблема, затрагивающая множество аспектов жизни. Если говорить об основных последствиях изменения климата, с которыми сегодня сталкивается человечество, то первое и самое ощутимое – это потепление, выражающееся в увеличении средних температур и ведущее к изменению экосистем и биомов. Второе – увеличение частоты и интенсивности экстремальных погодных явлений, таких как ураганы, засухи, наводнения. Рассинхронизация климатической системы приводит к изменениям в сезонных циклах: раннее цветение растений, изменение миграционных маршрутов животных, нарушение привычных климатических паттернов, что влияет на сельское хозяйство. Также очень важно обратить внимание на изменения в циркуляции атмосферы, влияющие на климатические зоны, волны жары и обмеление рек, влияющие на водоснабжение и навигацию.

Поэтому «Енисейская Сибирь» была создана именно как климатический НОЦ, призванный интегрировать все вопросы, прямо или косвенно отвечающие вызову климатических изменений. Подобные задачи можно решать только в комплексе – рассмотрение данных проблем вне общего контекста дает гораздо меньший эффект. В рамках НОЦа мы стремимся объединить для решения этих задач усилия государственных органов власти, научного сообщества, бизнеса и общества в целом.

Большое внимание НОЦ уделяет реализации лесоклиматических проектов. К ним относятся проекты по разработке региональной модели углеродного регулирования и исследованию динамики таежных лесов, по разработке региональной системы карбоновых полигонов для наблюдения за парниковыми газами и влиянием климатических изменений на водные экосистемы. Участниками центра также реализуются проекты, направленные на мониторинг и адаптацию лесного хозяйства, ЖКХ и промышленности



ПРЕСС-СЛУЖБА СИБИРСКОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА

к последствиям изменения климата. Эта группа проектов направлена на разработку технологий улавливания и конверсии CO₂ и в целом на снижение углеродного следа продукции предприятий.

– Что объединяет проекты, как происходит интеграция?

– Все объединено общим пониманием трех важных моментов в отношении климата. Это, в первую очередь, мониторинг и анализ климатической и, следовательно, экологической повестки. Второе – это воздействие деятельности человека на климатическую систему. И третье – адаптация экономики и инфраструктуры к наблюдающимся климатическим изменениям и прогнозируемым изменениям климата для макрорегиона Енисейская Сибирь, включающего Красноярский край, Республику

СЕРГЕЙ ВЕРХОВЕЦ

ПРОРЕКТОР ПО ПЕРСПЕКТИВНЫМ ПРОЕКТАМ СФУ

2021–2023 директор проектного офиса НОЦа мирового уровня «Енисейская Сибирь»

2019–2021 директор Института лесных технологий Университета им. Решетнева

2017–2019 менеджер региона Центральная Арктика Всемирного фонда дикой природы

2008–2017 проректор по науке и международному сотрудничеству СФУ

для нас – «Система мониторинга природных пожаров на территории Сибири» (16+). Он является значимым для сибирских регионов, поскольку здесь расположена значительная часть государственного лесного фонда страны.

И данный проект, кстати, хороший пример комплексного подхода, рассмотрения одновременно и природоохранных, и чисто

уки и технологий им. М. Ф. Решетнева (СибГУ), СФУ и НПП «Радиосвязь» по разработке автономного комплекса для тушения лесных пожаров. Эта мобильная установка будет востребована в удаленных и труднодоступных местах при устранении последствий не только лесных пожаров, но и других видов чрезвычайных ситуаций.

Кроме того, правительством Красноярского края совместно с госкорпорацией «Роскосмос» реализуется проект, направленный на развитие космической инфраструктуры и использование беспилотных авиасистем в лесной и сельскохозяйственной деятельности. Учеными Красноярского научного центра СО РАН и СФУ совместно создана программно-аппаратная система приема, обработки, эффективного хранения и поиска космических снимков.

– А если говорить не о пожарах, а о положительном влиянии лесов как «легких планеты»?

– Разумеется, в данном направлении много делается, это значительная часть нашей работы. Так, совсем недавно, в сентябре этого года, состоялось официальное открытие карбонового полигона СФУ – уникальной площадки, позволяющей изучать состояние леса в условиях колоссальной антропогенной нагрузки. На этой площадке, расположенной на территории кампуса университета, установлено современное

НОЦ призван интегрировать все вопросы, прямо или косвенно отвечающие вызову климатических изменений

Хакасии и Республику Тыва. Соответственно образом и определены основные направления деятельности – «Глобальные климатические инициативы», «Экологизация экономики макрорегиона» и др.

– Какие негативные последствия изменений климата сейчас находятся в центре вашего внимания, вызывают наибольшее беспокойство?

– Наверное, в первую очередь это лесные пожары: увеличение среднегодовой температуры и изменение режима выпадения осадков создают благоприятные условия для их возникновения. Возгорания становятся все более частыми и интенсивными, угрожая экосистемам и населенным пунктам. Поэтому один из ключевых проектов

технических сторон вопроса, объединения усилий науки и промышленности. Одной из важных задач проекта является обеспечение требуемого качества связи и получаемой информации, передача данных на большие расстояния. Для ее решения НПП «Радиосвязь», которое является участником НОЦа, разработало конструкторскую документацию и программное обеспечение, которое позволяет увеличить пропускную способность каналов беспроводной связи до 50 Мбит/с, были выпущены опытные образцы станции тропосферной связи «Гроза», проведены испытания пилотной партии. В этом году идет выполнение совместного проекта Сибирского государственного университета на-

измерительное оборудование для проведения круглосуточного мониторинга потоков углекислого газа, экосистемного состояния леса, находящегося в черте мегаполиса. Все данные снимаются на полигоне в режиме непрерывного времени. В рамках создания единой информационной платформы для сбора и обработки данных долговременных наблюдений за потоками парниковых газов, тепла и влаги в различных экосистемах трех регионов Енисейской Сибири будет существенно дополнена информация об экологическом состоянии рекреационной лесной зоны Красноярска, о здоровье городского леса и степени нагрузки на него от мегаполиса, а также о влиянии соседства с городом на животных и растения.

– Это как-то увязывается с карбоновым следом, влиянием промышленности?

– Да, разумеется. В ходе реализации проекта коллективом ученых было проведено исследование по расчету объема выброса парниковых газов от разных сфер экономики региона и сформированы предложения по созданию геоинформационной системы «Кадастр парниковых газов» (16+). Красноярский край стал вторым регионом России после Сахалинской области, который представил научно обоснованные расчеты объема парниковых газов. По результатам исследования ученые установили, что более 80% объема выбросов парниковых газов в Красноярском крае дает энергетическая отрасль, на промышленные процессы и использование продуктов приходится до 10%, на животноводство – до 3% выбросов, на отходы – 3%. Кроме того, была подсчитана способность лесных экосистем Красноярского края поглощать парниковые газы и компенсировать выбросы. В настоящее время леса края не только поглощают 100% объема парниковых газов, выделяемых в регионе, но и еще имеют в данном плане запас в размере около 8% от всей поглощающей способности лесов.

– Красноярский край – промышленный регион с огромными запасами сырья. Крупный бизнес участвует в ваших проектах?

– Да, причем очень активно. Например, компанией «Роснефть» не так давно завершен подготовительный этап лесоклиматического проекта в Красноярском крае, в рамках которого учеными СФУ и Санкт-Петербургского государственного лесотехнического университета им. С. М. Кирова был выполнен ряд научно-исследовательских работ, подготовлены научно обоснованные выводы о перспективных типах лесоклиматических проектов для региона, разработан механизм оценки их углеродной и экономической эффективности, даны рекомендации по мониторингу проектов. Ожидаемый эффект проекта «Роснефти» – увеличение поглощения парниковых газов в объеме 10 млн т CO₂-эквивалента. В его рамках предусмотрена не только масштабная высадка деревьев, но и реализация прикладных и фундаментальных научных исследований, а также инфраструктурные решения. В качестве примера таких решений можно привести формирование на базе СФУ Центра реализации лесоклиматических проектов. Это организационная форма, в рамках которой происходит генерация новых идей, знаний, развивается сотрудничество с индустрией, растет человеческий капитал. Помимо нефтяников мы активно сотрудничаем и с крупными металлургическими компаниями, такими как «Русал» и «Норникель».

В общем, работа идет. Центр развивается успешно, но новых задач все больше. И высказывание Альберта Эйнштейна «Чем больше я узнаю, тем больше я понимаю, как много я не знаю» становится еще актуальнее.



Дискуссия об энергетическом переходе зачастую сводится к тезисам о незаменимости углеводородов, прерывистости работы возобновляемых источников энергии (ВИЭ) и недостатках электромобилей, из-за чего на второй план уходит суть – превращение низкоуглеродных технологий в новый драйвер развития мировой энергетики и транспорта. Глобальные инвестиции в ВИЭ в период с 2015 по 2023 г. выросли более чем вдвое – с \$343 млрд до \$735 млрд в постоянных ценах, а их доля в структуре капзатрат в развитие мировой энергетики – с 14 до 25%. Инвестиции в добычу нефти и газа за тот же период, по данным Международного энергетического агентства (МЭА), сократились на 27% – с 736 млрд до \$538 млрд, а их доля – с 29 до 18%.

УДЕШЕВЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ

Инвестиционный бум в сфере возобновляемой энергетики напрямую связан с удешевлением технологий, облегчивших масштабное внедрение ВИЭ, которое, в свою очередь, привело к еще большему снижению удельных капзатрат. По данным Международного агентства по ВИЭ (IRENA), удельные капзатраты на ввод солнечных панелей в мире в целом в период с 2015 по 2023 г. снизились на 64% в постоянных ценах с \$2090 до \$758 на 1 кВт мощности, а на ввод наземных ветрогенераторов – на 39% с \$1911 до \$1160 на 1 кВт. Не случайно глобальный ввод мощности солнечных панелей и наземных ветрогенераторов за тот же период увеличился в 4 раза – со 112 до 451 ГВт соответственно.

Коммерциализация новых технологий также обеспечила снижение операционных издержек. Средняя нормированная стоимость электроэнергии (LCOE) при выработке

Тренды важнее риторики: к чему ведет энергопереход

КИРИЛЛ РОДИОНОВ
ЭКСПЕРТ ПО ЭНЕРГЕТИКЕ



на солнечных панелях в период с 2015 по 2023 г. снизилась втрое с \$0,132 до \$0,044 на 1 кВт ч, а на наземных ветроустановках – более чем вдвое с \$0,074 до \$0,033 на 1 кВт ч. Вместе с доступностью росла и эффективность: например, благодаря внедрению турбин высокой мощности, повышающих эффективность выработки электроэнергии в условиях маловетренной погоды, среднемировая загрузка наземных ветроустановок выросла с 29% в 2015 г. до 36% в 2023 г.

В ближайшие годы важным драйвером инноваций будет морская ветроэнергетика, где пока

издержки на ввод новых мощностей существенно выше, чем в наземной (\$2800 на 1 кВт в 2023 г.). Речь, в частности, идет о внедрении турбин пирамидального типа, оснащенных не одной, а четырьмя смыкающимися башнями, – такая конструкция обеспечивает устойчивость на большой глубине, где невозможно использовать стандартные «наземные» решения. Однако основным «полем» для технологических разработок станет сегмент хранения энергии, который переживает всплеск инвестиций в последние годы: по данным МЭА, глобальные капзатраты на строительство накопителей для электроэнергетики выросли с \$6 млрд в 2020 г. \$41 млрд в 2023 г.

ОТ НОВАЦИИ – К ОБРАЗУ ЖИЗНИ

Одним из триггеров роста инвестиций стал энергетический кризис начала 2020-х гг., когда ВИЭ не справились с постковидным скачком энергетического спроса. Последствия этого кризиса можно сравнить с крахом доткомов в начале 2000-х, когда вера инвесторов в новые технологии оказалась сильнее реальной способности интернет-компаний устойчиво

генерировать прибыль. Тогдашний крах NASDAQ стал одной из ярких страниц в истории финансовых рынков, однако в реальности за последующие два десятилетия интернет-технологии из модной инвестиционной «истории» превратились в неотъемлемую составляющую образа жизни.

Та же трансформация в ближайшие десятилетия произойдет и с ВИЭ, надежность использования которых будет расти вместе с

ВОДОРОД: РЫНОК ПОСЛЕ ХАЙПА

Ввод накопителей будет также снижать стимулы к использованию водорода в электроэнергетике. Первоначальный хайп здесь сменяется формированием рыночных ниш, где производство и потребление водорода имеет экономический смысл. В сегменте предложения это утилизация избыточных генерирующих мощностей ветрогенераторов, в том числе в регионе

4,2 млн барр. в сутки

ДОСТИГНЕТ ЭКОНОМИЯ НЕФТИ К 2030 Г., ЧТО ЭКВИВАЛЕНТНО 4% ОЖИДАЕМОГО СПРОСА, СОГЛАСНО БАЗОВОМУ СЦЕНАРИУ МЭА, ИСХОДЯЩЕМУ ИЗ ДЕЙСТВУЮЩИХ ТРЕНДОВ

внедрением инноваций в накоплении энергии. Уже сегодня на коммерческом уровне появляются альтернативы литий-ионным батареям, которые позволяют в том числе экономить использование дорогостоящих металлов и минералов. Сюда, в частности, относятся ванадиевые аккумуляторы, обеспечивающие возможность долговременного хранения энергии, и цинк-бромные накопители, которые не требуют технологий охлаждения.

«Рыночек порешает», какие из новых технологий найдут наибольшее применение. Важнее то, что бум накопителей со временем начнет сдерживать потребность в строительстве АЭС, которые являются единственным низкоуглеродным источником энергии, не зависящим от погодных условий. В атомной энергетике высокие капзатраты сочетаются с высокой продолжительностью инвестиционного цикла. Один из примеров – третий и четвертый энергоблоки АЭС «Вогтль», введенные в эксплуатацию США в 2023–2024 гг.: их строительство обошлось более чем в \$30 млрд и при этом заняло полтора десятилетия – непропорциональные издержки для всего лишь 2,2 ГВт общей «чистой» мощности. Для сравнения: по данным Управления энергетической информации США (EIA), только за первое полугодие 2024 г. в США было введено в строй 2,8 ГВт ветроустановок, 3,9 ГВт накопителей и 12 ГВт солнечных панелей (без учета жилищного сектора).

Северного моря, который в нынешнем десятилетии станет одним из крупнейших мировых кластеров по производству водорода. В свою очередь новыми нишами спроса на водород постепенно становятся автомобильные грузоперевозки, производство стали и частично морской транспорт.

Однако в транспортной отрасли ключевой историей будет оставаться распространение электромобилей. Здесь эффект удешевления заметен по экстремным решениям европейских и американских регуляторов о введении пошлин на импорт электромобилей из КНР. Вне зависимости от торговых ограничений электромобили будут оказывать все большее воздействие на нефтяной рынок. Если в 2015 г. глобальная экономия нефти от использования электрокаров и подключаемых гибридов, по данным МЭА, составляла менее 50 000 барр. в сутки, то в 2023 г. – 700 000 барр. в сутки. Согласно базовому сценарию МЭА (Stated Policies Scenario), исходящему из действующих трендов, к 2030 г. экономия нефти достигнет 4,2 млн барр. в сутки, что эквивалентно 4% ожидаемого спроса.

И в этом суть энергоперехода: удешевление и распространение новых технологий постепенно приводит к изменениям в структуре первичного и конечного потребления энергии. Сдвиги, которые на старте пандемии COVID-19 казались неочевидными, обретают все более явные очертания, причем вне зависимости от политической составляющей зеленой повестки.



Технологии возобновляемой энергетики дешевеют: удельные капзатраты на ввод наземных ветрогенераторов снизились с 2015 по 2023 г. на 39% / ИСТОК

ВЕДОМОСТИ
НАУКА

Рекламно-информационное издание
«Ведомости Наука»
(www.vedomosti.ru/science)

№ 4 (6)

23 октября 2024 г.

Редакция газеты
«Ведомости. Наука»
И.о. главного редактора
Иванов Максим Владимирович
Фоторедактор Дарья Уланова
Дизайн Евдокия Красовицкая
Коммерческий директор
Мила Макарова

Клиентская служба
Наталья Малова
Координатор печати
Татьяна Кружкова
Учредитель и издатель
АО «Бизнес Ньюс Медиа»
Генеральный директор
АО «Бизнес Ньюс Медиа»
Михаил Нелюбин

Адрес редакции
127018, Москва, ул. Полковая, д. 3,
стр. 1, пом. I, этаж 2, ком. 21
Тел. редакции (495) 956-24-43,
факс (495) 956-07-16
Тел. комм. служб (495) 232-91-78,
факс (495) 232-92-59
Адрес учредителя и издателя
127018, Москва, ул. Полковая, д. 3,
стр. 1, пом. I, этаж 2, ком. 21

Зарегистрировано Федеральной
службой по надзору в сфере
связи, информационных технологий
и массовых коммуникаций
(Роскомнадзор)
(Запись в реестре зарегистрированных
СМИ ПИ № ФС 77-84710
от 10 февраля 2023 г.)
Все права защищены ©2023,
АО «Бизнес Ньюс Медиа»

Любое использование материалов
издания, в том числе в электронном виде,
допускается только с согласия
правообладателя
Отпечатано
ОАО «Московская газетная
типография», 123995, г. Москва,
улица 1905 года, дом 7, стр. 1
Тираж 47 000 экземпляров
Цена свободная
Возрастное ограничение: 16+