

О ПОЛИТИКЕ В ОТНОШЕНИИ ВЫВОДА ГФУ В СЕКТОРЕ ХОКВТН

Изменение климата вызвано многочисленными постоянно нарастающими эффектами и воздействиями антропогенной земной системы, стабилизация которой будет стоить времени, а стабилизация атмосферы будет представлять собой грандиозную и к тому же многоплановую, колоссальную операцию. Она будет включать в себя сочетание восстановления природы, адекватного поведения человека и применения в нужный момент разумных, существующих и новых технологий. "Мир сталкивается со сложным комплексом взаимосвязанных проблем; если вы не будете решать их вместе, вы не добьетесь успеха ни в одной из них". (МГЭИК, 2021а).

В XIX веке углекислый газ (CO₂) производился в результате различных процессов по всему миру, поглощался растениями и океанами, а также посредством ряда других механизмов. В принципе, это было общество с нулевым уровнем выбросов углерода. В настоящее время сжигание угля, нефти и природного газа значительно превышает возможности растений и океанов по удалению углекислого газа из воздуха, что привело к постоянному росту концентрации CO₂ с начала промышленной революции (примерно с 260 до 420 ppm в настоящее время). То же самое в большей или меньшей степени относится и к росту концентрации метана (CH₄).

1972 год - это год проведения Стокгольмской конференции "Окружающая человека среда" (1972) и публикации документа Римского клуба "Пределы роста" (Meadows, 1972), в котором экология рассматривалась через проблемы загрязнения и нехватки ресурсов. Оба документа стали первыми сигналами для многих взаимосвязанных экологических проблем. Кроме того, именно в 1970-е годы появилась уверенность в возможности экологически ответственного производства как процессов, так и поведения человека. Однако в 1970-е годы не было принято во внимание то значение, которое придавалось этой проблеме.

Все вышеперечисленное привело к развитию концепции устойчивого развития. Устойчивость все больше становится "волшебным" словом, предприятия включают ее в свои программные заявления, аспекты корпоративной социальной ответственности связаны с устойчивостью, например, схемы расширенной ответственности производителя (РОП), все больше продуктов становятся устойчивыми. Однако вопрос в том, как квалифицировать все эти аспекты устойчивости и "устойчивое поведение" в целом. Наилучшим вариантом было бы регенеративное общество, в котором человек участвует в жизни природы. В лучшем случае реализация такого общества потребует десятилетий, поскольку оно предполагает множество изменений в нынешних политических и экономических системах, в том числе и для того, чтобы иметь возможность поддерживать его. В настоящее время некоторые политики уже пошли дальше "устойчивого", рассматривая в качестве цели регенеративное общество, в котором человек помогает природе в ее эволюции.

Однако необходимо разработать пути и планы действий по достижению такого общества, чтобы в будущем принять более целостные концепции. Основная проблема заключается в том, что выбросы CO₂ и CH₄ (а также некоторых других парниковых газов) постоянно увеличиваются, что приводит к росту их концентрации в атмосфере и повышению глобальной температуры. В настоящее время в качестве меры противодействия этой тенденции рассматривается декарбонизация общества с целью достижения углеродной нейтральности (что не является "нулевым углеродом"). В настоящее время для этого используется терминология "чистый ноль", или создание "общества с нулевым

уровнем выбросов". Определение "чистого нуля" было фактически (заново) введено МГЭИК в 2018.

Общество с нулевым энергопотреблением предполагает широкомасштабное внедрение возобновляемых источников энергии (электроэнергии) (солнечной, ветровой, геотермальной и т.д.), что предполагает значительный рост по сравнению с существующими мощностями возобновляемых источников (в ряде стран существует мнение, что атомная энергия должна играть важную роль в декарбонизации). Это важное требование, которое должно быть выполнено и зависит от ситуации в стране (мощности, законодательство и т.д.), инвестиционных возможностей и т.д. Наряду с этим развитием для достижения быстрого сокращения выбросов CO₂ потребуются большое количество других (так называемых компенсационных) механизмов, которые пока еще находятся в стадии разработки на глобальном уровне.

Устойчивое развитие и развитие с нулевыми выбросами не обязательно совместимы. Если концепция устойчивости часто рассматривается как руководящая, то разработки с нулевым уровнем выбросов могут (только) рассматриваться как пути к достижению полного нулевого уровня выбросов углерода, основанные как на технологических, так и на социальных соображениях.

ПАРИЖСКОЕ СОГЛАШЕНИЕ, ОТЧЕТЫ ИРСС И МНОГОЕ ДРУГОЕ

Парижское соглашение, заключенное в 2015 году, гласит: «долгосрочная температурная цель состоит в том, чтобы удержать рост глобальной средней температуры на уровне значительно ниже 2 °C по сравнению с доиндустриальным уровнем; и продолжать усилия по ограничению роста до 1,5 °C, признавая, что это существенно снизит риски и последствия изменения климата». Для этого необходимо как можно скорее сократить выбросы, чтобы "достичь баланса между антропогенными выбросами из источников и абсорбцией поглотителями парниковых газов во второй половине XXI века". Для этого необходимо разработать добровольные определяемые на национальном уровне вклады (ОНУВ), где сумма всех вкладов будет определять температурный курс глобального общества в 2050 или в 2100 году.

В 2018 году МГЭИК опубликовала специальный доклад о температуре 1,5 °C (ИРСС, 2018). В докладе МГЭИК чистые выбросы определяются как "антропогенные выбросы, уменьшенные на антропогенную абсорбцию". В нем также говорится, что (1) сокращение чистых выбросов может быть достигнуто с помощью последовательных портфелей мер по предотвращению изменения климата, и что (2) кумулятивные выбросы CO₂ и газов, не являющихся источниками радиационного воздействия, определяют вероятность ограничения потепления до 1,5 °C. В докладе также отмечается: "Хорошей новостью является то, что некоторые из видов действий, которые потребуются для ограничения глобального потепления до 1,5 °C, уже осуществляются во всем мире, но их необходимо ускорить" (ИРСС, 2018). В докладе отмечается, что ограничение глобального потепления до 1,5 °C потребует "быстрых и далеко идущих" преобразований в землепользовании, энергетике, промышленности, строительстве, транспорте и городах. Общий объем чистых антропогенных выбросов парниковых газов (выраженных в CO₂-экв.) должен снизиться примерно на 45% по сравнению с уровнем 2010 года к 2030 году, достигнув "чистого нуля" около 2050 года. Выбросы ископаемого CO₂ являются крупнейшим источником глобальных выбросов парниковых газов, их доля составляет около 72%, далее следуют CH₄ (19%), N₂O (6%) и F-газы (3%), выраженные в CO₂-экв. Выбросы F-газов (без учета ОРВ)

за 1990-2018 гг. выросли в пять раз, в том числе за счет замены ХФУ (большая часть которых все еще находится в атмосфере) (Olivier and Peters, 2020).

Фоновые сценарии, рассчитанные в докладе МГЭИК (2018) (плюс интегрированные выбросы, оцененные по всем представленным ОНУВ, с неопределенностью для 2030 года), схематично приведены ниже, для 2010-2060 годов (рис. 1, (РКИК ООН, 2021а)). Доклад МГЭИК о температуре 1,5 °С стал исходным материалом для КС-25 в 2019 году. Именно он стал основной причиной того, что мир начал фокусироваться на цели достижения чистого нуля к 2050 году посредством комбинированных действий, которые должны быть получены из всех представленных (и еще не представленных) ОНУВ.

В 2021 году в прессу просочилась неофициальная предварительная версия отчета II Рабочей группы МГЭИК AR6 (IPCC, 2021a). В нем был сделан ряд сильных и резких заявлений: "Жизнь на Земле может восстановиться после резкого изменения климата, эволюционируя в новые виды и создавая новые экосистемы, но человек не может".

"Нам необходимы трансформационные изменения, затрагивающие процессы и поведение на всех уровнях: индивидуальном, сообществ, бизнеса, институтов и правительств". "Мы должны пересмотреть наш образ жизни и потребления". (МГЭИК, 2021a)

Необходимо подчеркнуть, что основной целью является достижение смягчения последствий изменения климата всеми возможными национальными средствами, при этом отдельные страны не в состоянии оценить, какой вклад их планы внесут в достижение глобальной цели.

В условиях отсутствия соглашения по этому формату правительства, промышленные предприятия, города и т.д. разрабатывают свои планы "чистого нуля".

Официальная публикация отчета Рабочей группы I МГЭИК AR6 (IPCC, 2021b) стала очередным, более или менее финальным "звонком" перед КС-26 РКИК ООН (климат) в ноябре 2021 года. Его основной вывод: «Масштабы последних изменений беспрецедентны на протяжении от многих веков до многих тысяч лет; если в ближайшие десятилетия не произойдет глубокого сокращения выбросов CO₂ и других ПГ, то в течение XXI века будут превышены значения 1,5 °С и 2 °С.»

4 апреля был опубликован отчет III рабочей группы МГЭИК AR6 (IPCC, 2022). "Сейчас или никогда, если мы хотим ограничить глобальное потепление до 1,5 °С", - заявил заместитель председателя РГ III Скиа (2022 г.), - "Без немедленного и глубокого сокращения выбросов во всех секторах это будет невозможно". В разделе "Меры по сокращению выбросов вдвое не приведут к сокращению выбросов вдвое" Андерсен (ЮНЕП, 2022 г.) сказал: "Этот доклад МГЭИК, подготовленный в ходе текущего цикла оценки, завершает полную картину климатического кризиса, с которым столкнулось человечество. И это не очень красивая картина. Мы делаем недостаточно".

В докладе МГЭИК WGIII также поднимается вопрос о "достаточности". Достаточность - это не только изменение индивидуального поведения: она потребует системных изменений в технологиях, институтах, политике, дизайне продуктов, землепользовании и даже (или особенно) в мире маркетинга и рекламы.

Согласно оптимистическому сценарию МГЭИК AR6, среднее потепление к 2040 году составит от 1,5 °С до 1,6 °С, что является резким повышением по сравнению с сегодняшним пороговым значением почти в 1,1 °С. В сценариях "очень вероятных"

диапазон составляет от 1,2 до 1,9 °С, в зависимости от того, насколько быстро будут прекращены выбросы углекислого газа, метана, закиси азота и других атмосферных загрязнителей.

Повторим, что даже при самом оптимистичном сценарии потепление останется на уровне чуть выше 1,5 °С как минимум до 2080 г., а к 2100 г. снизится до 1,4 °С (кстати, худший сценарий МГЭИК на 2100 г., как считается, приведет к повышению температуры на 5,7 °С).

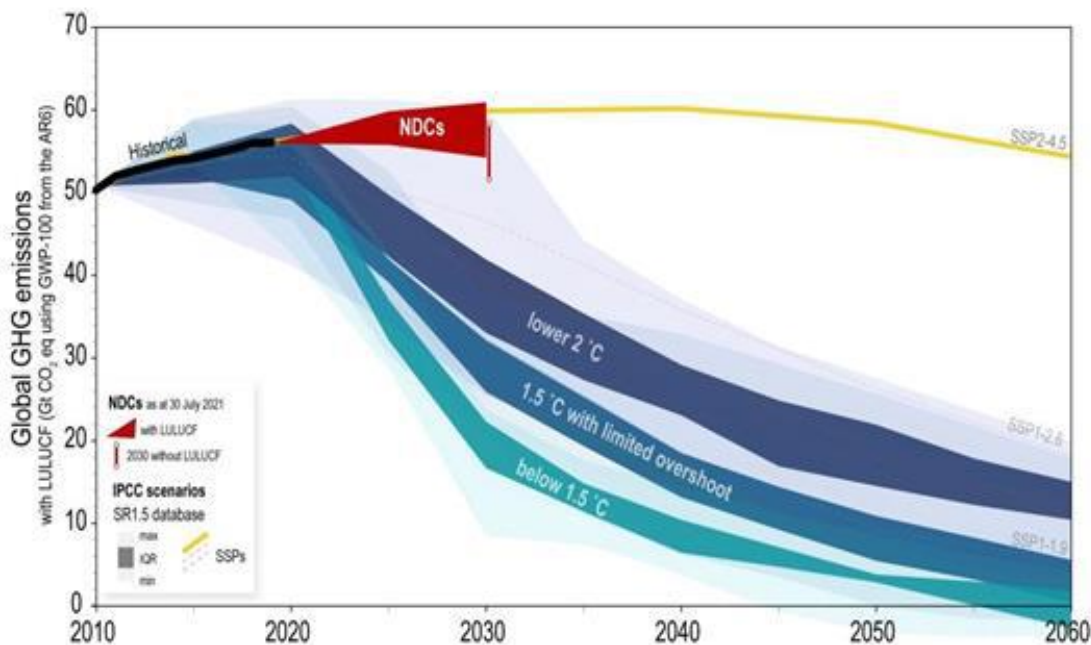


Рис. 1: Сравнение глобальных выбросов по сценариям, оцененным в Специальном докладе Межправительственной группы экспертов по изменению климата о глобальном потеплении на 1,5 °С, с суммарными глобальными выбросами в соответствии с интегрированными ОНУВ (РКИК ООН, 2021а). Более подробная информация приведена в докладе ЮНЕП "Разрыв в выбросах" (UNEP, 2021).

Переходя к ОНУВ с их обязательствами (см. также рис. 1) и дополнительными обещаниями, можно отметить следующее:

- ОНУВ, представленные и ожидаемые в июле 2021 г., приведут к 2,5-2,7 °С.
- Все обещания, обязательства и обновленные ОНУВ, представленные на КС-26 (2021 г.), в идеале должны привести к достижению 1,8-1,9 °С.
- Учитывая неопределенность в обещаниях и обязательствах, а также в обновленных ОНУВ, в большинстве публикаций предполагается, что мы по-прежнему движемся к 1,9-2,5 °С.
- ВМО (9 мая 2022 г.): «существует 43% вероятность того, что температурная отметка в 1,5 °С будет достигнута уже к 2027 г. ...»

В заключение следует отметить, что до КС-27 в 2022 г. (и после нее) потребуются еще больше амбиций.

Таким образом, цели "чистого нуля" на 2050 г. рассматриваются как более чем срочные и "должны" быть достигнуты в краткосрочной перспективе. Принцип "чистого нуля" основан на четырех минимальных критериях:

- а. заложить что-то справедливое к 2050 году;

- b. планировать, как выполнить это обязательство;
- c. приступить к реализации плана; и
- d. опубликовать результаты.

Как отмечается в заявлениях ООН: "необходимы надежные детальные планы по достижению чистого нуля, поскольку долгосрочные цели практически бесперспективны без промежуточных планов и целей".

В рамках всего этого многообразия политики, обязательств, реальных, виртуальных и нереализуемых компенсаций очевидно, что ОНУВ (которые, по сути, будут включать все отрасли промышленности, транспорта, строительства, охлаждения и отопления и т.д.) должны представлять общую картину того, как страны планируют (свои) пути к чистому нулю в 2050 году.

ВАЖНЫЕ ВОПРОСЫ, СВЯЗАННЫЕ С NET ZERO

В тех случаях, когда развитие "чистого нуля" (и его последствий), изложенное в отчетах МГЭИК, имеет важное значение, представляется необходимым дать более подробную информацию о следующем:

-Компенсационные технологии, поскольку они могут оказать влияние (если будут реализованы в течение 2020-2050 гг.) на мощность, которую необходимо будет перевести на возобновляемые источники энергии.

-Проблемы, которые до сих пор воспринимаются как основные, влияющие на развитие планов "чистого нуля" в краткосрочной перспективе.

-Последние заявления и отчеты, обобщающие информацию о том, что в целом можно ожидать от проектов с нулевыми показателями.

В качестве общего замечания можно сказать, что к решению задачи "чистого нуля" можно подойти двумя путями:

(1) применение существующих технологий наряду с быстрым развитием множества новых технологий (снижения выбросов парниковых газов), так что все существующие тенденции (потребления) могут быть просто продолжены, или

(2) сочетание существующих и новых технологий в сочетании с учетом циркулярной экономики с ограниченным использованием всех мировых ресурсов в сочетании с рядом моделей поведения. В настоящее время достаточно сложно сделать вывод о том, в каком "направлении" "пойдет" net zero.

a. Декарбонизация (или чистый ноль) фактически связана с (полным) сокращением выбросов CO₂ и CH₄ (и часто также рассматривается для газов на основе углерода, например, ПФУ, ГФУ), однако она не может быть определена как общество с нулевым уровнем углерода (связанных с ним выбросов) (поскольку это все равно предполагает сжигание "углерода", например, биомассы и древесины, что должно быть, возможно, сбалансировано посадкой новых деревьев). Чистый ноль в этом отношении означает, что любая дальнейшая деятельность по выбросу углерода (CO₂ и CH₄) может быть компенсирована деятельностью по улавливанию возможного CO₂ (возможно, и метана), который продолжает выделяться, будь то природой или технологическими процессами.

b. Амбиции (как определение) используются для разработки хороших планов, ведущих к обществу с нулевым уровнем выбросов углерода, которое должно прекратить дальнейшие выбросы, способствующие изменению климата, к 2050 году, что приведет к максимальному повышению глобальной температуры к 2100 году на 1,5 °C. В первую очередь это касается значительного производства энергии из возобновляемых источников, но и это еще не все. Поэтому на данный момент мы видим планы, которые представляют собой сочетание прямого сокращения выбросов, а также продолжение компенсации выбросов за счет технологических планов по улавливанию углерода, которые еще предстоит разработать, и, что немаловажно, компенсации за счет балансировки продолжающихся выбросов, например, за счет выращивания деревьев и биологических механизмов в океанах для поглощения углекислого газа.

ПРОБЛЕМЫ "ЧИСТОГО НУЛЯ"; КАК ОБЩЕСТВО ДОЛЖНО ДОСТИЧЬ "ЧИСТОГО НУЛЯ"

a. В принципе невозможно декарбонизировать общество, в котором фактически все процессы, происходящие в природе, используют молекулы углерода. "Нулевое углеродное будущее" не сулит ничего хорошего ни нам, людям, ни планете"... "Чистый ноль" стал самоцелью, а не средством достижения реальной цели - смягчения последствий изменения климата и/или адаптации к нему. [...] Если вы не можете его измерить, вы не можете им управлять!". (Arbon, 2021). "До того как термин "Net Zero" был кооптирован, он использовался для описания сбалансированных сценариев, не накапливающих парниковые газы, не компании или страны, а всей планеты." (Foley, 2021a; 2021b; 2021c).

b. В результате проведенного анализа было установлено, что дизайн Парижского соглашения (и усилия по достижению "чистого нуля") привел к тому, что его участники (т.е. правительства) согласились на более высокую коллективную цель и взяли на себя (более) амбициозные индивидуальные обязательства (через ОНУВ). Результаты этого анализа иллюстрируют проблему, присущую мерам по борьбе с изменением климата: Успех или неудача определяется только тем, достигнута ли коллективная цель, независимо от того, какой вклад вносит каждая отдельная страна. Таким образом, хотя странам практически гарантирован плохой исход, если они не примут меры, они могут оказаться в еще худшем положении, если резко ограничат свои выбросы, а другие страны этого не сделают. "Они хотят получить некую гарантию того, что другие внесут свой вклад". (InsCliNews, 2021). Одним из ключевых недостатков Парижского соглашения является то, что в нем не решена "проблема свободного наездника", которая заключается в том, что страны будут пользоваться преимуществами глобальных усилий по ограничению выбросов независимо от их вклада, что является очень важным аспектом.

c. Это означает, что Парижское соглашение, которое зависит от коллективных действий, не предусматривает таких стимулов и наказаний, которые обеспечили бы выполнение странами своих обязательств, как, например, в Монреальском протоколе, путем соблюдения требований. Это вопрос, требующий безотлагательного решения, который также во многом связан с подходом "чистого нуля".

d. "Лучшая компенсация - это вообще не компенсация. Вместо этого следует сократить выбросы - особенно в большой энергетике и сельском хозяйстве. Офсетам следует использовать экономно. Лучше всего использовать офсетам, которые позволяют избежать или сократить выбросы сегодня, а затем те, которые используют природу для удаления углерода в будущем. Офсетам, основанные на новых технологиях удаления углерода,

являются самыми рискованными из всех. Возможно, когда-нибудь они будут полезны. Но не сегодня". (Foley, 2021a).

ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

а. "Серьезные климатические обязательства признают [...] необходимость как можно быстрее довести выбросы до нуля, а не до "чистого нуля". Мы не можем достичь этого с помощью воображаемых компенсаций, схем торговли квотами на выбросы углерода или расплывчатых обещаний "загрязнить сейчас, убрать потом". (Foley, 2021a). "Более эффективные климатические обязательства начинались бы со смелых долгосрочных целей. Но они также будут иметь и более непосредственные показатели. Сокращение выбросов до нуля к 2050 г. может быть прекрасной долгосрочной целью, но она должна сопровождаться промежуточными (например, сокращение выбросов вдвое к 2030 г.) и краткосрочными (например, сокращение выбросов не менее чем на 7% в год) ориентирами. Кроме того, каждое предприятие должно тщательно проверять и сообщать о своем прогрессе в достижении климатических целей на протяжении всего пути. Результаты должны быть представлены так же серьезно, как и финансовая отчетность, а руководители должны нести за них реальную ответственность". (Foley, 2021c).

б. Все больше и больше правительств пытаются разработать долгосрочные перспективные планы. Для широкой публики это звучит красиво, но в краткосрочной перспективе эти планы не имеют последствий или имеют их очень мало. Краткосрочные меры всегда будут иметь политический вес по отношению к электорату, поэтому они должны основываться на общих (образованных) представлениях. Начать можно и сейчас, но это всегда будет ориентировано на 2030-2050 гг., а не на то, что "должно" быть сделано в очень краткосрочной перспективе (в рамках политического 4-5-летнего срока) (см. текущую газовую политику, которая может сильно изменить "чистый ноль").

В заключение следует отметить, что вопрос о том, становится ли чистый ноль "полуправдой", если только 50-70% всех стран (по объему выбросов) сумеют достичь сокращения, рекомендованного на 2030 год и далее, остается открытым. Многим странам еще предстоит убедить сообщества, промышленные предприятия и общество потребления (различные стили жизни) в необходимости достижения хороших целей. А не плохие, со многими офсетами, с "зеленой промывкой" и лазейками, с отсутствием полной (международной) картины "зеленого" финансирования. Эти вопросы должны быть решены в кратчайшие сроки как на уровне политики, так и на уровне промышленности и потребителей, даже если это решение, как кажется, еще требует многих шагов вперед. "В отличие от большинства гонок, в гонке к нулевым выбросам не будет одного победителя. В этой гонке мы все выиграем или все проиграем". (NetZeroClim, 2021).

Повторим самый важный аспект:

Чтобы избежать наихудших последствий для климата, общий объем выбросов парниковых газов в мире должен сократиться примерно вдвое к 2030 г. и достичь чистого нуля примерно в середине столетия (см. рис. 1).

При всем этом, какова бы ни была политика в отношении "чистого нуля" для всех секторов, производящих выбросы, сектор ХОКВТН должен работать как можно более амбициозно. Он будет зависеть от всевозможных общих тенденций, касающихся производства и использования возобновляемых источников энергии (электроэнергии) в глобальном масштабе. Следует отметить, что сектор ХОКВТН имеет важное преимущество, которое заключается в том, что он занимается минимизацией прямых и косвенных выбросов

парниковых газов (как ХФУ, ГХФУ, ГФУ, так и CO₂ от электроэнергии) с 1990-х годов. Это является основной отправной точкой для рассмотрения в следующих разделах вопроса о том, как несколько подходов "чистого нуля" могут быть применены к ХОКВТН.

НЕСКОЛЬКО ПОДХОДОВ К РЕШЕНИЮ ПРОБЛЕМЫ "ЧИСТОГО НУЛЯ"

Что касается сектора ХОКВТН, который (в основном) зависит от поставок электроэнергии (т.е. 20% от общего объема мирового электроснабжения в настоящее время), то здесь потребуются более детальный подход. Достижение нулевых выбросов предполагает ряд действий, направленных на структурированное и в определенной степени целостное выполнение поставленной задачи (различные подходы не оговариваются для какого-либо типа страны, они применимы к ХОКВТН в целом). Здесь будут представлены четыре примера: (1) предложение британского института IMechE (IMechE, 2020) по переходу к нулевому уровню, (2) предложение по переходу к нулевому уровню (или "дорожная карта") британского Института холода (IOR, 2020), (3) третье предложение (под названием "Рассчитывать на охлаждение") Европейского партнерства по энергетике и окружающей среде (EPPE, 2020) и четвертое предложение Бирмингемского университета специально для холодильной цепи. Энергетическая иерархия IMechE предлагает эффективную основу для проведения устойчивой энергетической политики и принятия решений. В предложении отмечается, что "Иерархия, определяя приоритетность мероприятий со стороны спроса, направленных на сокращение потребления, потерь и повышение эффективности, тесно связана с принципами устойчивого развития и предлагает комплексный, простой в использовании подход к проектированию энергетических систем и управлению спросом и предложением энергии. Проще говоря, она предлагает здравый смысл, экономически эффективную и устойчивую энергетическую политику, направленную на снижение энергопотребления, прежде чем стремиться удовлетворить оставшийся спрос наиболее чистыми средствами". Концепция иерархии проста, но она может иметь глубокие последствия для энергетической стратегии и политики.

В блочном графике IOR (IOR, 2020) дается восемь отдельных вопросов, не представляющих собой определенного потока или последовательности:

1. производительность системы (максимальное повышение производительности системы в процессе эксплуатации, в течение срока службы, мониторинг)
2. Использование наилучших технологий (применение новых технологий с учетом рекомендаций, знаний экспертов)
3. Балансировка отопления и охлаждения (если оба вида энергии вырабатываются одновременно, используйте их наилучшим образом)
4. Снижение потребности в охлаждении (в первую очередь должны использоваться пассивные системы и низкотехнологичные решения)
5. Интеллектуальное использование энергии (разумное использование энергии; это связано с возобновляемыми источниками энергии и преобразованием сети)
6. Совместная работа (коммуникация внутри и вне сектора для принятия оптимальных решений)
7. Люди и навыки (долгосрочная стратегия по набору, обучению и привлечению квалифицированных кадров в сектор)

8. Устойчивость и многое другое

На самом деле, вместо случайной последовательности, варианты могут быть сгруппированы:

(1), (2), (3) и (4) - все они направлены на снижение воздействия на окружающую среду за счет уменьшения спроса на энергию.

Даже варианты (6, 7) направлены на повышение эффективности (энергопотребления) систем (за счет хорошего обслуживания, низких утечек и т.д.). Вариант 5 - "разумное использование энергии" - важен для возобновляемой энергетики, однако он не входит в сферу компетенции ХОКВТН (IOR).

Задано, каким образом будет поставляться электроэнергия (напрямую, через накопители), и какие части возобновляемой электроэнергии могут быть доступны для сектора (это часть (8)).

На основе различных предложений может быть составлен перечень мероприятий:

1. Проблема снижения спроса на холодильное оборудование занимает одно из первых мест в списках предложений IMechE, IOR и (IOR) Cold Chain.
2. Энергоэффективность явно упоминается в предложении по холодной цепи, но неявно присутствует во всех остальных предложениях.
3. Вопрос снижения выбросов хладагентов решается в рамках подхода ЕРЕЕ, в некоторой степени через строительные блоки IOR и уровни IMechE, а также эффективные технологии в рамках предложения по "Холодовой цепи". Выбор в пользу вариантов с низким ППП, таких как аммиак, CO₂, углеводороды и HFO, был бы важен и являлся бы необходимым обязательством или подходом, поскольку прямое воздействие на энергоэффективность, связанное с выбором хладагента, невелико (McLinden, 2017; Kuijpers et al., 2019; Kuijpers et al., 2021). Однако, учитывая тот факт, что вопросы выбросов хладагентов являются незначительными в общем объеме нетто-нулевых выбросов, они не будут занимать высокое место в списке приоритетов, подлежащих разработке.
4. Стоимость снижения потребления (а может быть, и снижения потребности в мощностях) представлена только в подходе ЕРЕЕ, однако она допускает широкую интерпретацию в отношении ее значения и/или целесообразности. В ЕРЕЕ инвестиционные затраты на повышение энергоэффективности представлены как основной вопрос, что приносит дополнительный параметр, который не может быть точно оценен. Из этого следует, что чем выше будут инвестиционные затраты, тем выше будет эффективность, что может быть справедливо лишь в определенной степени.
5. Адекватное планирование использования возобновляемых источников энергии с тем, чтобы они стали значительной (в конечном итоге единственной) частью поставляемой электроэнергии, упоминается во всех предложениях (наряду с отходами производства в предложении "Холодная цепь").

Список приоритетов может быть составлен следующим образом:

- I. Максимально снизить потребность в электроэнергии за счет стратегий разумной эксплуатации ХОКВТН в "своей температурной среде" (эффективность здания, практика установки, температурные настройки и т.д.);

II. Повысить (энергетическую) эффективность работы ХОКВТН с помощью оптимальных компонентов, а также с помощью способа сезонной эксплуатации оборудования, выбора правильных компонентов для максимизации производительности (эффективности) хладагентов;

III. Использовать все возможные возобновляемые (или, по крайней мере, углеродно-нейтральные) источники энергии;

IV. Оптимизация затрат или соответствующий учет инвестиций для обеспечения возможности реализации элементов I-III (это взаимосвязано со всеми вышеперечисленными действиями и требует хороших системных подходов).

Передовой опыт, оптимизация эффективности в течение срока службы оборудования в явном виде не упоминаются, но они, безусловно, требуют очень серьезного рассмотрения (см. также ниже).

Вся "сложность" рассмотрения отдельных вопросов сводится в основном к снижению спроса за счет большого количества мер и повышению эффективности, затем - восполнение спроса на электроэнергию за счет возобновляемых источников энергии с целью достижения чистого нуля. Однако важным моментом является то, что степень свободы для этих элементов невелика. Из этого следует, что приоритетной должна быть та часть ХОКВТН, которая предполагает снижение спроса и дальнейшее повышение эффективности.

Однако в "дорожной карте" по достижению "чистого нуля" применение возобновляемых источников энергии не может быть просто оставшейся частью для заполнения "уравнения чистого нуля", даже если эта часть имеет первостепенное значение. Таким образом, любое хорошее решение задачи достижения "чистого нуля" к 2050 году, безусловно, в значительной степени связано с тем, как можно и нужно решать вопрос о вкладе возобновляемых источников энергии (электричества) в общую сумму.

ПУТИ ПЕРЕХОДА НА ЧИСТЫЙ НОЛЬ

Прежде чем перейти к рассмотрению путей развития ХОКВТН, следует остановиться на одном вопросе. При декарбонизации общества многие отрасли должны будут найти способы справиться с декарбонизацией, использовать электроэнергию наилучшим образом (т.е. снизить спрос и т.д.). Это, например, в значительной степени относится к электромобилям, позволяя сделать их более легкими и т.д. (Nature, 2021b). Сектор ХОКВТН имеет здесь большое преимущество. Это сектор, который в большинстве своем всегда использовал электроэнергию в качестве движущей силы, с 1990-х годов уделял приоритетное внимание элементам, связанным с климатом, т.е. был настроен на постепенный отказ от химических веществ с высоким ПГП, на повышение эффективности и на снижение спроса. Поэтому использование только возобновляемой электроэнергии для сокращения выбросов в инфраструктуре с полным нулевым уровнем выбросов вполне может занять одно из первых мест в списке.

При планировании конкретных путей достижения "чистого нуля" для ХОКВТН необходимо учитывать ряд моментов в соответствии с приведенным выше перечнем приоритетов. В принципе, следует придерживаться шагов по сокращению выбросов, как это указано в траектории МГЭИК для 1,5° C, т.е. более или менее 50%-ное сокращение к 2030 году и 75%-ное сокращение к 2040 году. При включении выбросов ГФУ необходимо также учитывать, что текущая ситуация в развитых и развивающихся странах различна,

поэтому приведенные здесь соображения могут быть только качественными или в целом количественными.

Другая проблема заключается в том, что системы отопления жилых и коммерческих зданий, работающие на ископаемом топливе, необходимо со временем переводить на тепловые насосы с электрическим приводом. В новых домах тепловые насосы могут быть установлены сразу, что зависит от ситуации в странах, финансовых мер и субсидий. По предварительным оценкам, общее количество электроэнергии, используемой в секторе ХОКВТН (20% в мире в 2020 г., если действовать по старинке), может легко увеличиться в 2,5-3 раза из-за большого количества тепловых насосов - и кондиционеров - которые должны быть добавлены (примечание: это зависит от конкретной страны, и не включает использование некоторых высокотемпературных (промышленных) тепловых насосов). Однако ожидается, что количество электроэнергии, необходимое для всех остальных видов использования, также увеличится, по крайней мере, в 3-4 раза (пока неясно, в какой степени водород как источник будет участвовать в этом процессе). Будущую долю электроэнергии, необходимой для сектора ХОКВТН в "целом", в настоящее время определить очень сложно, поэтому что именно произойдет, оценить невозможно. Это означает, что поставки возобновляемой электроэнергии для сектора ХОКВТН должны быть как минимум синхронизированы с общим объемом возобновляемой электроэнергии, которая будет (все больше или должна быть) доступна для всех видов использования. В настоящее время практически невозможно даже получить хорошие (полные) оценки будущего.

В период 2020-2030 гг. (т.е. в текущем десятилетии) необходимо принять как можно больше мер по (1) снижению спроса на ХОКВТН и (2) повышению эффективности всего оборудования ХОКВТН (т.е. эффективности как нового, так и заменяемого оборудования), стремясь к 50%-ному снижению выбросов (как минимум). Следует отметить, что IOR также недавно опубликовал документ с большим количеством соображений по различным подсекторам (IOR, 2021b).

При этом, безусловно, необходимо учитывать следующие аспекты:

-Для снижения спроса можно упомянуть увеличение (улучшение) теплоизоляции оборудования и зданий, другие (пассивные) способы и средства снижения потребности оборудования и зданий в тепле/охлаждении, а также, безусловно, поведение пользователей. Очень важным элементом здесь, безусловно, является надлежащая практика.

-Что касается энергоэффективности, то здесь также необходимо постоянно контролировать работу оборудования, поскольку эффективность будет снижаться тем больше, чем дольше система будет работать без оптимального обслуживания. Пирсон (2021) отметил, что для оборудования холодильных камер "диапазон от наилучшей практики до наихудшей составляет от 10 до 1 раз, а средняя линия, очевидно, находится посередине". Таким образом, существующее оборудование имеет большой потенциал для снижения спроса на него с помощью различных мер. В области энергоэффективности речь идет о более комплексных стратегиях, направленных на достижение более высоких сезонных показателей, о дальнейшем повышении стандартов энергоэффективности. Это должно сочетаться с инновационными решениями по эксплуатации оборудования совместно с хладагентами с низким ПГП.

- В течение десятилетия 2020-2030 гг. все большее количество тепловых насосов для отопления будет подключаться к электрическим сетям, однако оценить их влияние сложно,

поскольку это новый подсектор, который должен работать с максимально возможной (сезонной) эффективностью.

Однако достижимое процентное снижение будет в значительной степени зависеть от всех возможностей по увеличению использования возобновляемой энергии (т.е. от тех мощностей возобновляемых источников, которые будут введены в результате реализации национальной энергетической стратегии). Основной вопрос здесь заключается в том, насколько спрос может быть снижен за счет ограничений на количество устанавливаемого нового оборудования и других мер, связанных с регулированием, которые до сих пор рассматривались только в публикациях, но не учитывались в национальных планах. Становится ясно, что потенциал здесь велик.

1. В период 2030-2040 гг. меры по снижению спроса (теплоизоляция зданий и оборудования, передовой опыт, пассивные меры и инновационные подходы) должны быть продолжены и даже должны применяться более строго для снижения спроса на отопление и охлаждение в существующих зданиях. Все большее количество тепловых насосов для отопления придется подключать к электросети. Трудно сказать, приведет ли это к сокращению выбросов CO₂ на 75% за указанный период, многое будет зависеть от национальных условий и возможности использования все большего количества возобновляемой электроэнергии, где бы она ни была доступна.

2. В период 2020-2040 гг. выбросы веществ с высоким ПГП (это относится к ГФУ) должны быть сокращены не менее чем на 75% (что возможно при использовании существующих Кигалийских графиков). В этот период также могут потребоваться переговоры об усилении Кигалийских графиков с целью поэтапного отказа от ГФУ к 2050 году. Это предполагает (дальнейшее) использование веществ с низким ПГП, включая природные хладагенты и НФО. Насколько обсуждение недостатков НФО в ближайшем будущем (через решение проблемы продуктов разложения и через возможные меры по запрету PFA) приведет к их ограниченному использованию, в настоящее время предсказать невозможно (примечание: это также должно быть частью ближайшей (меж)национальной политики). Возможен виртуальный отказ от использования ГФУ к 2050 году с небольшим количеством ГФУ, разрешенным после 2050 года. Однако после того, как будет разработана стратегия поэтапного отказа от ГФУ, можно ожидать, что полная замена (с учетом поэтапного отказа в 2050 году) может быть осуществлена уже в 2040 году (Kuijpers et al., 2021).

3. В период 2030-2050 гг. необходимо завершить все долгосрочные мероприятия по снижению спроса. Кроме того, все высокотемпературные (промышленные) применения, до сих пор работавшие на ископаемом топливе, должны быть переведены на ряд углеродно-нейтральных видов использования. В тех случаях, когда это невозможно, необходимо найти подходящие (приемлемые) варианты компенсации выбросов CO₂, которые должны быть приняты уже в период 2030-2040 гг.

Принимая во внимание то, на что обращалось внимание в секторе ХОКВТН в последние несколько лет, основными вопросами считаются замена ГФУ и повышение энергоэффективности. Однако для достижения необходимого существенного сокращения выбросов CO₂ (и не CO₂-газов) необходимо решать гораздо больше вопросов в "целом".

ВЫВОДЫ

Изменение климата вызвано многочисленными постоянно растущими эффектами и воздействиями антропогенной (земной) системы, стабилизация которой потребует времени, причем стабилизация атмосферы будет грандиозной и многоплановой, а значит, это огромная операция. Она будет включать в себя сочетание восстановления природы, поведения человека и применения в нужный момент хороших и новых технологий.

Поскольку концентрация CO₂ и CH₄ растет, в качестве ответной меры рассматривается декарбонизация общества с целью достижения углеродной нейтральности (что не является "нулевым углеродом"). В настоящее время для этого используется терминология "чистый ноль", или создание "общества с нулевым уровнем выбросов". Чистый ноль - сложный вопрос. Многие организации ставят под сомнение ценность понятия "чистый ноль" и то, как общество будет идти к своей цели "чистый ноль".

До сих пор неизвестно, что будет включать или может включать в себя чистый ноль, и существует ряд технологий, которые все еще вызывают вопросы в отношении того, насколько они могут способствовать снижению содержания CO₂ в атмосфере без негативных последствий. Пока все это находится в стадии дальнейшего изучения, рано делать конкретные выводы о том, в каком направлении все это будет развиваться. Возможно, стоит задуматься над поговоркой "меньше - значит больше", а не просто строить неопределенное будущее на основе текущих, весьма предварительных оценок того, чего могут достичь различные технологии в будущем. При всем этом вопрос заключается в том, способно ли общество в целом адекватно решать сложные проблемы, когда многие вопросы все еще решаются по сценарию BAU. В краткосрочной перспективе потребуются радикальное переосмысление ситуации компаниями и правительствами, а также на уровне потребителей, чтобы добиться значительного сокращения выбросов в течение не более 10 лет - беспрецедентного сокращения.

Тенденция на 2030 г. пока такова, что страны (в своих ОНУВ) более или менее стабилизируют выбросы, а не идут на 50%-ное сокращение, как это требуется в сценариях МГЭИК. РКИК ООН отмечает: "Однако необходимы более высокие амбиции и более значительные - и более немедленные - результаты". Это вызвало многочисленные предупреждения со стороны институтов, а также Генерального секретаря ООН о том, что требуемые амбиции отсутствуют и что 2024 год покажет скорее новый пик выбросов, чем их сокращение.

Для сектора ХОКВТН важно следовать траекториям, указанным в докладе МГЭИК (2018), т.е. перейти к снижению выбросов на 45-50% к 2030 году, а затем продолжить дальнейшее сокращение. Были проанализированы четыре предложения, содержащие необходимые элементы для перехода ХОКВТН к чистому нулю. Вкратце, список приоритетов включает: (1) снижение спроса, (2) повышение энергоэффективности, (3) использование возобновляемых источников энергии и (4) оптимизация затрат или соответствующий учет инвестиций.

Конечно, установка возобновляемых мощностей остается важнейшей задачей. Повышение энергоэффективности продукции, наряду с переходом на хладагенты с низким ПГП, часто рассматривается как основная возможность смягчения последствий ожидаемого значительного роста сектора ХОКВТН в развивающихся странах. Хотя это, несомненно, важный аспект (в том числе и для обеспечения "доступности охлаждения для всех"), основная проблема сейчас и в будущем будет связана с управлением спросом (т.е.

сокращением мощности, объемов охлаждения). Это должно быть реализовано за счет эффективного использования энергии, изменения структурных элементов, а затем решения, как наилучшим образом справиться с необходимыми (и доступными) возобновляемыми источниками энергии. Кроме того, это становится цепной проблемой, в значительной степени связанной с системной эффективностью.

Проведен анализ путей выбросов до 2050 года для сектора ХОКВТН. При этом подчеркивается необходимость принятия большого числа мер по снижению спроса, а также мер по повышению энергоэффективности оборудования в этом десятилетии, до 2030 года. В том случае, если удастся максимально сократить спрос на ХОКВТН (при одновременном повышении энергоэффективности оборудования), вполне вероятно, что сектор ХОКВТН сможет (при максимальных усилиях) достичь как минимум 50%-ного сокращения выбросов к 2030 году, учитывая при этом любой дальнейший рост. В этой связи необходимо отметить, что предложение возобновляемой энергии не может покрыть глобальный спрос за счет неограниченного роста нового (электротехнического и т.д.) оборудования, поскольку существуют определенные ограничения на рост установки возобновляемых мощностей (как и на другие меры по снижению выбросов), основанные на элементах инфраструктуры, а также с точки зрения эффективности использования ресурсов и экологических проблем. Очень важно, что будет реализовано к 2030 году (начиная с сегодняшнего дня), а также к 2040 году и далее. Все это в значительной степени относится и ко всему сектору ХОКВТН.

Взаимосвязь между поэтапным сокращением использования ГФУ для применения ХОКВТН - за счет преобразований с низким ПГП и повышением энергоэффективности и снижением спроса на энергию - существует. Однако и то, и другое в значительной степени является отдельными вопросами. Следует учитывать, что многие вопросы поэтапного отказа от ГФУ уже рассмотрены в рамках Монреальского протокола (но могут быть включены в ОНУВ).

Выбор хладагентов с низким ПГП, таких как аммиак, CO₂, HC и некоторые НФО, является вопросом, который позволяет найти пути и средства для экологически ответственного использования хладагентов, снижая при этом потребление энергии (даже если это связано в основном с применением). Применение этих хладагентов приведет к дальнейшим возможностям оптимизации, а значит, сыграет большую роль в достижении нулевых выбросов. Использование НФО в сравнении с другими хладагентами здесь не рассматривается. Наиболее важной темой остается достижение общего снижения общих выбросов на 50% к 2030 году (или более), а затем дальнейшее снижение к 2050 году для достижения чистого нуля. Следует также помнить о надлежащем безопасном обращении, требованиях к обучению, стандартах и техническом обслуживании, необходимых для любых применяемых здесь технологий.