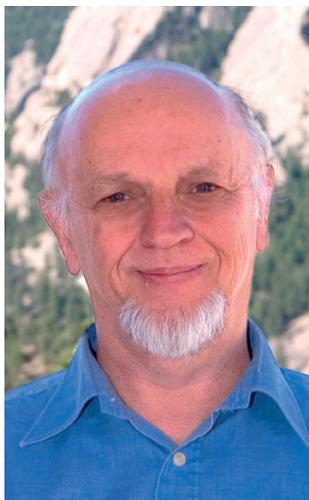


Роль ядерной энергии в достижении климатических целей Парижского соглашения

Том М. Л. Уигли



Том М. Л. Уигли — климатолог из Университета Аделаиды. Ранее занимал пост директора группы климатических исследований Университета Восточной Англии. Основные области исследований: анализ климатических данных и моделирование климата, уровня моря и углеродного цикла. Был избран членом Американской ассоциации содействия развитию науки за достижения в этих областях.

Возможный вклад ядерной энергии в достижение целей по сдерживанию процесса глобального потепления в соответствии с Парижским соглашением об изменении климата в первую очередь зависит от того, какие именно сокращения выбросов необходимы. Это двухэтапный процесс: прежде чем делать выводы о том, на какую помощь со стороны ядерной энергии мы можем рассчитывать, необходимо убедиться, что поставленные цели реалистичны.

Реалистичные цели

В Парижском соглашении, знаковом документе по борьбе с изменением климата, который развивает идеи Рамочной конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата (РКИК ООН), цели в области глобального потепления определены двумя путями:

Статья 2.1. (а):

Удержание прироста глобальной средней температуры намного ниже 2°C сверх доиндустриальных уровней и приложение усилий в целях ограничения роста температуры до 1,5°C сверх доиндустриальных уровней ...

Статья 4.1:

Стороны стремятся ... к достижению сбалансированности между антропогенными выбросами из источников и абсорбцией поглотителями парниковых газов во второй половине этого века ...

В Соглашении, также в статье 4.1, далее говорится, что сокращение выбросов должно проводиться «в соответствии с наилучшими имеющимися научными знаниями ...».

Здесь есть некоторые сложности.

Во-первых, статья 2.1 (а) предусматривает, что температура должна всегда держаться ниже установленных целей в области потепления. Технически это возможно, хотя и крайне маловероятно, но гораздо проще было бы допустить некоторое превышение лимитов потепления до того времени, когда температура вернется

в целевой диапазон. В этой связи, однако, возникает еще один научный вопрос: насколько значительным и продолжительным может быть такое превышение, чтобы не противоречить более общей цели РКИК ООН по недопущению «опасного антропогенного воздействия на климатическую систему» (под «антропогенным воздействием» здесь понимается загрязнение в результате деятельности человека).

Во-вторых, если обратиться к самым современным имеющимся научным знаниям, может оказаться, что цель, сформулированная в статье 4.1, противоречит статье 2.1 (а). Если допустить временное превышение целевого уровня, что, как мне кажется, необходимо, отпадет необходимость сводить к нулю выбросы CO₂ к концу столетия для достижения цели в 2°C (такой смысл часто усматривают в статье 4.1). Цели в 1,5°C с надлежащим превышением можно достичь, даже не задействуя отрицательные выбросы (см. рис.). Однако в сценарии с меньшим превышением отрицательные выбросы понадобятся начиная примерно с 2060 года, что соответствует статье 4.1. В этом случае основные и долгосрочные океанские и наземные поглотители в итоге позволят вывести выбросы на уровень выше нуля.

Эти вопросы проиллюстрированы на рисунке: уровень выбросов CO₂ получен сначала путем задания траектории потепления (см. верхний сегмент, для цели в 1,5°C дано два варианта), а затем путем применения климатической модели в обратном направлении, чтобы определить требуемый уровень выбросов CO₂ в результате сжигания ископаемого топлива (см. средний сегмент). Это позволяет нам рассчитать соответствующие траектории концентрации CO₂.

Ядерная энергия?

Какую роль ядерная энергия может сыграть в достижении целевых траекторий выбросов, показанных в средней части рисунка? Мы можем частично ответить на этот вопрос, используя результаты, сгенерированные комплексными моделями оценки (КМО) — моделями экономики энергетики, используемыми для прогнозирования будущего энергопотребления и его последствий, — опубликованными в рамках Программы США по изучению климатических изменений.

Три хорошо зарекомендовавшие себя и признанные на международном уровне группы по разработке комплексных моделей оценки получили задание разработать ряд сценариев, зависящих от стратегий смягчения последствий, с помощью моделей IGSM, MERGE и MiniCAM. В этих сценариях цели достигались следующими способами:

- сокращение конечного энергопотребления, например путем экономии и повышения энергоэффективности;
- увеличение объемов энергии, получаемой из биомассы, других возобновляемых источников — главным образом ветра и солнца — и благодаря ядерной энергетике;
- улавливание и хранение углерода.

Снижение выбросов CO₂ во всех сценариях, включая базовые, происходит как самопроизвольно (т.е. в отсутствие новых стратегий смягчения последствий), так и в результате реализации таких стратегий. Это означает, что даже в базовых сценариях имеет место наращивание использования методов безуглеродной энергетики, в результате которого к 2100 году 19–29% первичной энергии (ПЭ) будет производиться по безуглеродным технологиям. Однако для достижения цели в 2°C требуется дальнейшее масштабное сокращение производства ПЭ, приводящего к выбросам CO₂.

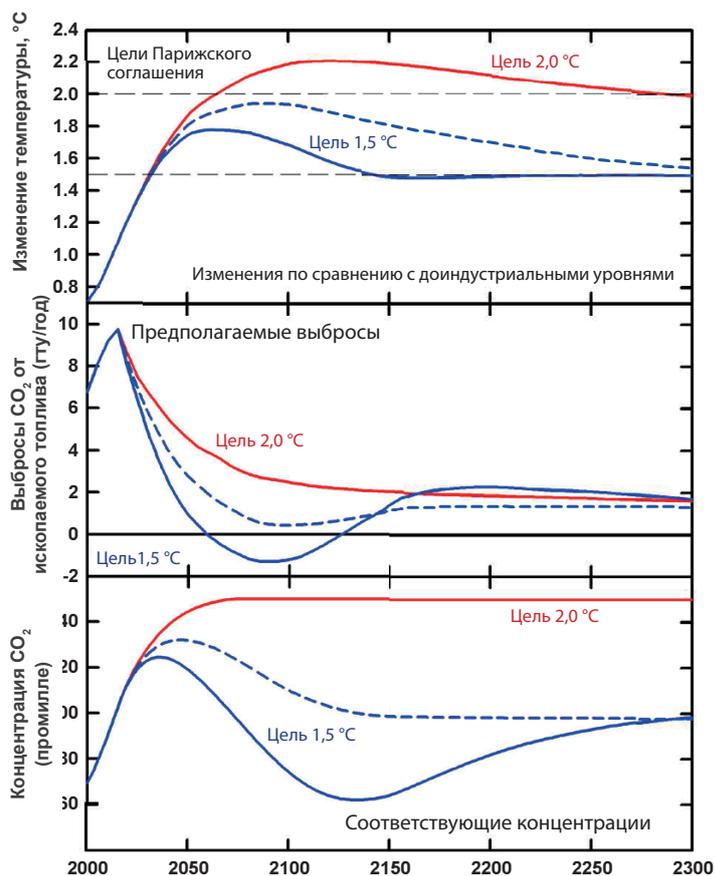
В таблице ниже показано общее сокращение производства ПЭ к 2100 году по сравнению с базовыми уровнями ПЭ для разных моделей.

Модель IGSM явно выделяется из общего ряда по показателю сокращения энергопотребления. Разработчики данной модели исходили из того, что производство ядерной энергии изменится минимально, что будет обусловлено главным образом антиядерными настроениями части общественности. Если свести к минимуму вклад ядерной энергетики, снизить выбросы придется в основном за счет сокращения энергопотребления. В двух других моделях распределение по источникам энергии существенно отличается от IGSM: в них ядерной энергетике отводится гораздо более заметное место.

Для наглядности приведем объемы производства ПЭ в атомной отрасли к 2100 году в эксаджоулях (ЭДж) для разных моделей: 238 ЭДж по модели MERGE (общий объем ПЭ: 491 ЭДж); 185 ЭДж по модели MiniCAM (общий объем: 1288 ЭДж) и всего лишь 20 ЭДж по модели IGSM (общий объем: 1343 ЭДж). В 2000 году 451 ядерный реактор, который работает и по сей день, производили около 8 ЭДж электроэнергии, что эквивалентно примерно 26 ЭДж ПЭ. Таким образом, модель IGSM фактически прогнозирует снижение объемов производства атомной энергии. Модели MERGE и MiniCAM прогнозируют увеличение объемов в период с 2000 по 2100 год в девять и семь раз соответственно.

Вместе с тем имеются убедительные доказательства того, что доля ядерной энергетики в производстве энергии может расти гораздо более высокими темпами: такой интенсивный рост можно было наблюдать во Франции и Швеции, когда эти страны решили «пойти ядерным путем». Если это произойдет, ядерная энергия может — и должна — сыграть гораздо более значимую роль, чем могли предположить разработчики указанных выше моделей.

Более интенсивное развитие ядерной энергетики имеет явные преимущества. Во-первых, атом — это единственный



Если допустить временное превышение целей Парижского соглашения, то необязательно добиваться отрицательного значения выбросов CO₂.

(Источник: Wigley, Climatic Change 147, 31–45, 2018)

непрерывный безуглеродный источник энергии, который наносит окружающей среде гораздо меньше вреда, чем использование возобновляемых источников энергии. Возможные недостатки по большей части надуманы: последние оценки стоимости строительства и производства электроэнергии для небольших модульных реакторов по меньшей мере сопоставимы с оценками для технологий, основанных на ископаемом топливе и возобновляемых источниках; проблемы с отходами могут быть решены с помощью технологий четвертого поколения; современные реакторы пассивно безопасны; а риски распространения минимальны. На мой взгляд, с учетом сложности достижения поставленных целей в области климатических изменений было бы безрассудством игнорировать важность ядерной энергетики.

| Модель | Спрос | Биомасса | Возобновляемые виды | Ядерная энергия | Улавливание CO ₂ | Остаток |
|---------|--------|----------|---------------------|-----------------|-----------------------------|---------|
| IGSM | 50,4 % | 17,3 % | 3,3 % | 1,5 % | 16,8 % | 10,7 % |
| MERGE | 27,6 % | 17,5 % | 12,3 % | 16,0 % | 21,1 % | 5,6 % |
| MiniCAM | 18,7 % | 17,9 % | 13,7 % | 14,4 % | 22,8 % | 12,5 % |

Вклад различных источников в снижение производства первичной энергии. Под остатком понимается объем производства ПЭ, приводящий к выбросам CO₂.