12 РАЗДЕЛ

Тематические обзоры

12.1. Изменение климата

Состояние климата в 2023 году

Согласно ежегодному Докладу ВМО 2023 г. стал самым жарким за всю историю наблюдений. В очередной раз были побиты и в некоторых случаях оставлены далеко позади рекорды по уровню парниковых газов, приземных температур, теплосодержанию и закислению океана, повышению уровня моря, морского ледового покрова в Антарктике и отступлению ледников. 2023 г. показал, что продолжающееся изменение климата все сильнее сказывается на нашей планете.

Ключевые сообщения

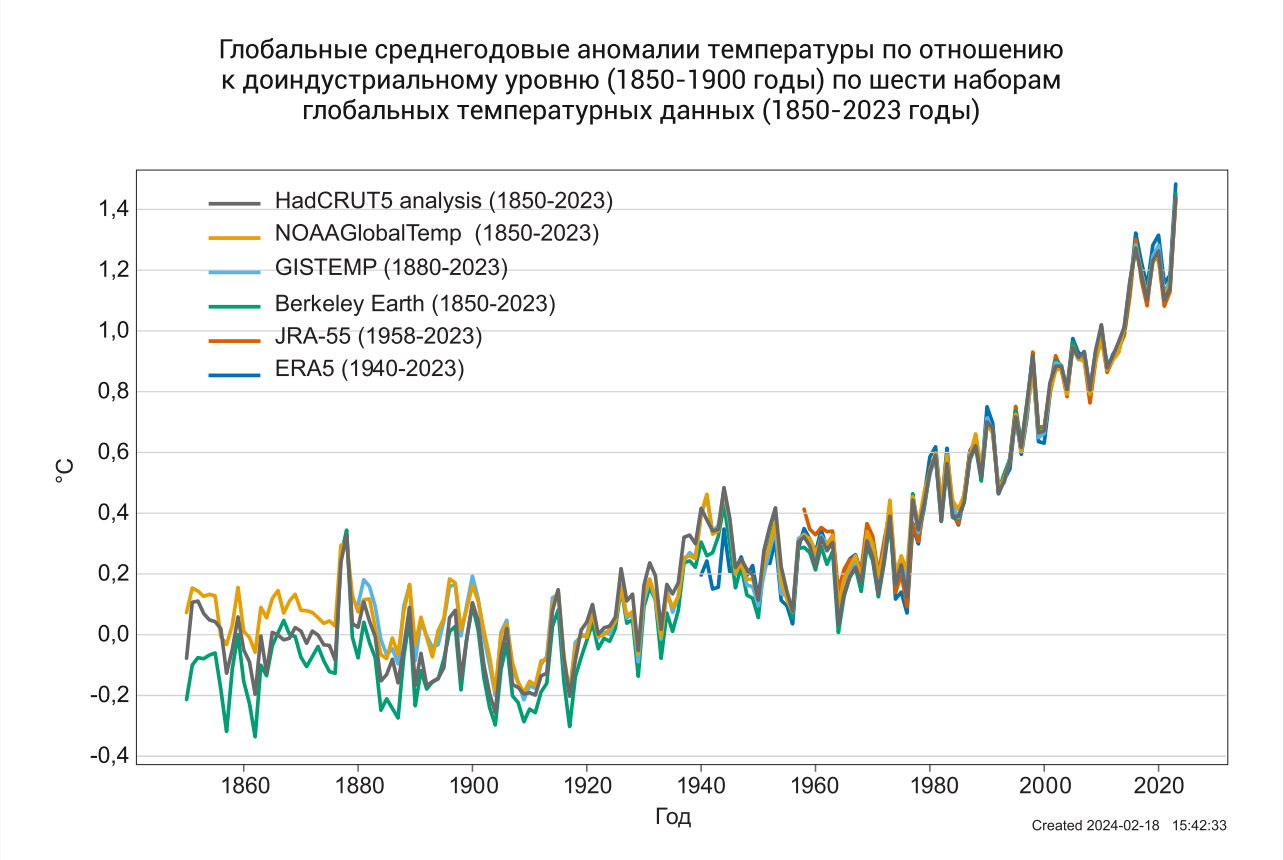
Температура. 2023 г. стал самым теплым за все 174 года наблюдений: глобальная средняя приземная температура была примерно на 1,45 (±0,12)°C выше среднего значения за 1850-1900 гг. Также побит рекорд предыдущих самых теплых лет: 2016 г. (на 1,29±0,12°C выше среднего значения 1850-1900 гг.) и 2020 г. (на 1,27±0,13°C). Долгосрочное повышение глобальной температуры вызвано увеличением концентрации парниковых газов (ПГ) в атмосфере. Переход от условий Ла-Нинья к Эль-Ниньо в середине 2023 г. способствовал быстрому росту температуры с 2022 по 2023 гг.

Парниковые газы. Наблюдаемые концентрации трех основных ПГ – углекислого газа, метана и закиси азота, – достигшие рекордных уровней в 2022 г., продолжили рост в 2023 г.

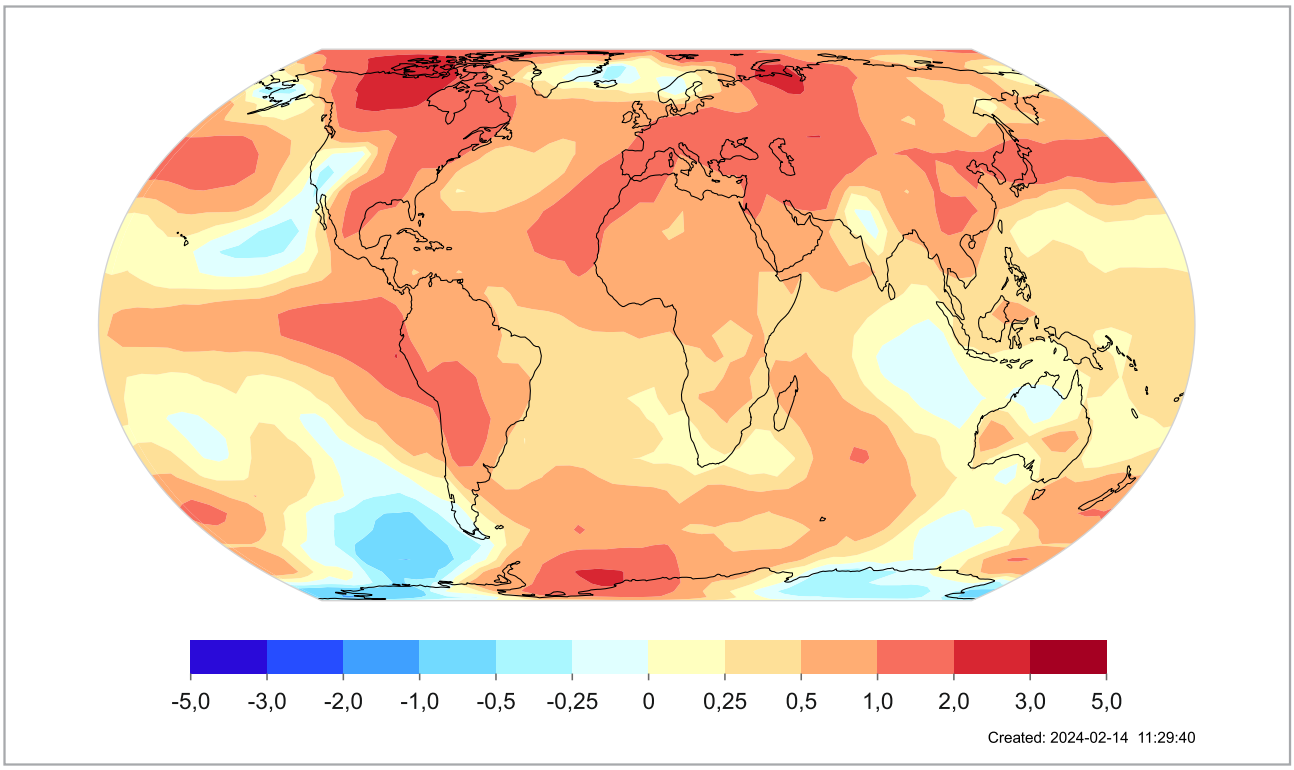
Ледники. В 2023 г. глобальный набор эталонных ледников понес самую большую потерю льда за всю историю наблюдений (1950-2023 гг.), что обусловлено крайне отрицательным балансом массы как в западной части Северной Америки, так и в Европе. В европейских Альпах наблюдался экстремальный сезон таяния. В Швейцарии ледники потеряли около 10% своего оставшегося объема за последние два года. В западной части Северной Америки зафиксирована рекордная потеря массы ледников, темпы которой в пять раз превысили показатели, наблюдаемый в 2000-2019 гг. По некоторым оценкам, за период 2020-2023 гг. на западе Северной Америки ледники потеряли 9 % от объема 2020 г.

Океан. В 2023 г. теплосодержание океана достигло максимального уровня. Ожидается, что в будущем нагрев продолжится, и это изменение является необратимым во временном масштабе от столетий до тысячелетий.

С начала ноября на большей части Мирового океана между 20° ю.ш. и 20° с.ш. наблюдались условия, способствовавшие образованию тепловых волн. Особо следует отметить широкомасштабные морские волны тепла в Северной Атлантике,



Разница приземных температур воздуха между 2023 годом и средними значениями за 1991-2020 годы. На карте показаны средние значения аномалий, рассчитанные на основе шести наборов данных



которые начались весной, достигли своего пика в сентябре и продолжались до конца года с температурой на 3°C выше средней. Средиземное море двенадцатый год подряд практически полностью охвачено сильными морскими волнами тепла. Закисление океана усилилось в результате поглощения углекислого газа.

Уровень моря. В 2023 г. глобальный средний уровень моря за весь период спутниковых наблюдений (с 1993 г.) достиг рекордной отметки, что отражает продолжающееся потепление океана (тепловое расширение), таяние ледников и ледяных щитов.

За последние десять лет (2014-2023 гг.) темпы повышения глобального среднего уровня моря более чем в два раза превысили темпы роста, наблюдаемые в первом десятилетии спутниковых наблюдений (1993-2002 гг.).

Социально-экономические и экологические последствия

Экстремальные погодные явления оказали серьезное воздействие на все обитаемые континенты в 2023 г.

Продолжительная **засуха** сохранялась на северо-западе Африки и в некоторых районах Пиренейского полуострова, а также в отдельных районах Центральной и Юго-Западной Азии. Сильная засуха затронула многие районы Центральной Америки, север Южной Америки и юг Соединенных Штатов. В Уругвае уровень запасов воды достиг критически низкого значения, что негативно сказалось на качестве водоснабжения крупных населенных центров, включая Монтевидео.

Наводнения. Наводнения, связанные с экстремальными осадками, вызванными средиземноморским циклоном «Даниэль», затронули Грецию, Болгарию, Турцию и Ливию. Тропический циклон «Фредди» в феврале-марте стал одним из самых продолжительных в мире и оказал значительное влияние на Мадагаскар, Мозамбик и Малави.

Тепловые волны. Экстремальная жара затронула многие регионы мира, особенно во второй половине июля, когда в Южной Европе и Северной Африке. наблюдалась сильная и исключительно продолжительная жара: 48,2°C в Италии; 49,0°C в Тунисе; 50,4°C в Марокко; 49,2°C в Алжире. Это привело к лесным пожарам летом, особенной в Греции, где было сожжено 96 тыс. га леса. Самый смертоносный лесной пожар года произошел на Гавайях, где погибло, по меньшей мере, 100 человек.

Отсутствие продовольственной безопасности. В 78 странах острую нехватку продовольствия испытывали до 333 млн человек по сравнению со 149 млн человек до пандемии COVID-19. При этом глобальные масштабы голода практически не изменились с 2021 по 2022 гг. Однако они все еще значительно превышают уровень до пандемии

COVID-19 – в 2022 г. 9,2% населения мира (735,1 млн человек) страдали от недоедания.

Причинами отсутствия продовольственной безопасности в мире являются затянувшиеся конфликты, экономический спад и высокие цены на продовольствие, которые усугубляются высокой стоимостью сельскохозяйственных ресурсов по всему миру. Положение усугубляется последствиями климатических и погодных экстремальных явлений. Последовавшие после циклона «Фредди» наводнения на юге Африки, включая Мадагаскар, Мозамбик, южную часть Малави и Зимбабве, нанесли серьезный ущерб урожаю и экономике. Афганистан переживал значительный спад снеговых и дождевых осадков, что привело к очередному неурожаю. В итоге, в период с мая по октябрь по оценкам 15,3 млн человек испытывало голод, особенно это проявилось на севере и северо-востоке страны. Возвращение Эль-Ниньо в 2023 г. отрицательно сказалось на производстве кукурузы в Центральной Америке и в северной части Южной Америки, где дефицит воды и высокие температуры привели к сокращению объемов сельскохозяйственного производства, особенно в малых хозяйствах и наиболее уязвимых домохозяйствах районов «сухого коридора».

Наводнения в июле затронули основные сельскохозяйственные районы Ливии, уже находящейся в состоянии продовольственного кризиса и нуждавшейся во внешней помощи.

Климат и водные ресурсы

Рекордно высокие температуры 2023 г. отразились на глобальном круговороте воды – от усиления циклонов и прочих явлений, связанных с атмосферными осадками, до увеличения засух и пожаров. В 2023 г. консорциум «Глобальный мониторинг воды»[433] опубликовал свой второй ежегодный Доклад по климату и воде.

Ключевые сообщения

Осадки были на уровне среднего значения, и явного тренда резких месячных колебаний не наблюдалось. В то же время, общее количество осадков было необычайно высоким в регионах высоких северных широт, включая арктическую Канаду и части Северной Европы, а также на Аравийском полуострове, Африканском Роге, Южной Азии и Гималаях.

В южной части Канады, Центральной Америке, на севере и востоке Южной Америки, в западной части Средиземноморья и Центральной Азии осадков выпало мало. Годовое количество осадков также было исключительно низким в Мексике, Туркменистане и Марокко ($\sigma<-2$).

Наименьшее количество осадков с 1979 г. зафиксировано по шести речным бассейнам Канады, р.Сан-Франциско в Бразилии, на Центральноамериканском побережье и в бассейне Аральского моря. Максимально рекордное количество осадков выпало над несколькими Арктическими бассейнами, а также над речными бассейнами Швеции и на Тибетском плато.

Влажность воздуха. Уровень влажности воздуха над сушей был вторым самым низким показателем за всю историю наблюдений, продолжая тенденцию к более засушливым средним и экстремальным условиям. В 20 странах и территориях наблюдалась необычно низкая влажность воздуха ($\sigma<-2$). Среди них – Россия, Туркменистан и Узбекистан (Центральная Азия), пять стран и территорий в Карибском бассейне, пять – в Южной Америке (включая Бразилию), а также три страны в Северной Африке, Судан и Южный Судан в Восточной Африке.

Почвенная влажность. Во многих регионах, несмотря на более теплые и засушливые условия, наблюдалась высокая почвенная влажность, включая относительно влажные почвы в Европе, Южной и Восточной Азии, на западе США и в северной Австралии.

Очень сухие условия наблюдались в Центральной Азии (особенно в Туркменистане), в южной части Южной Америки и в некоторых регионах высоких северных широт.

Поверхностные воды. В 2023 г. мировой объем поверхностных вод имел второе самое низкое значение за два десятилетия, при этом увеличилось количество месяцев с рекордно высоким объемом поверхностных вод. Среднегодовой объем поверхностных вод в большинстве стран мира был ниже среднего. Особенно низкий показатель был зафиксирован в Туркменистане из-за продолжающегося снижения уровня воды в Каспийском море, а также на Фолклендских островах. В то же время значительные объемы поверхностных вод были зарегистрированы в Эфиопии, Южном Судане и Египте благодаря обильным осадкам в верховьях Нила. Увеличение объема поверхностных вод наблюдалось в 14 других странах, включая Индию и Непал в Азии, Гвинею-Бисау и Чад в Африке, Кубу и несколько небольших островных государств.

Речной сток. В 2023 г. глобальный речной сток был немного ниже, чем в прошлом году. При этом с 2003 г. показатели речного стока были (1) очень высокими и/или самыми высокими в Нигерии, Центральноафриканской Республике и Эфиопии

[433] Консорциум объединяет государственные и частные научно-исследовательские организации, которые на добровольной основе предоставляют оперативную информацию по климату и водным ресурсам (http://www.globalwater.online/)

(Африка), также в Великобритании, Ирландии и Дании (Европа), Эль-Сальвадоре и Эквадоре (Америка), Иране и Азербайджане в Азии, Новой Зеландии; (2) низкими – в Грузии, Бутане, Мьянме в Азии и Колумбии в Южной Америке.

Запасы воды на суше[434] были чрезвычайно низкими в Северной и Центральной Америке, в Средиземноморском регионе, на севере Африки, в Центральной Азии, некоторых частях Китая и Южной Азии. В некоторых регионах этому способствовали долговременный спад уровня Каспийского моря и таяние ледников. Очень высокие запасы воды зарегистрированы в северных широтах, а также в отдельных частях Южной Америки, Африки и Океании.

Соглашение по изменению климата

По состоянию на февраль 2023 г. Сторонами Парижского соглашения являются 198 государств, на долю которых приходится более 98% глобальных выбросов ПГ. Китай и США – страны с самыми крупными выбросами CO_2 среди членов РКИК ООН[435]. Начиная с 2020 г. страны представляют свои национальные программы действий по климату, известные как определяемые на национальном уровне вклады (ОНУВ).

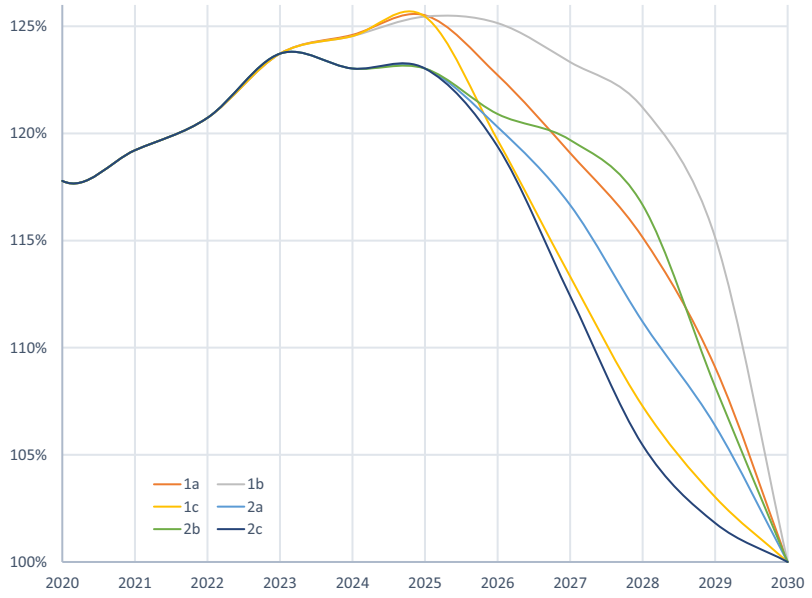
Реализация Парижского Соглашения в ЦА

Все страны Центральной Азии ратифицировали Парижское соглашение для борьбы с угрозами, связанными с изменением климата, и для принятия соответствующих мер в этом направлении в рамках своих обязательств. Для этого требуются структурные изменения в энергетических системах стран, значительные инвестиции в инфраструктуру и, самое главное, согласование их планов развития с заявленными климатическими целями.

Казахстан ратифицировал Парижское соглашение в ноябре 2016 г. и установил цель по смягчению последствий изменения климата на уровне «чистого нуля», приняв Стратегию по достижению углеродной нейтральности к 2060 г. В 2023 г. Казахстан представил обновленный ОНУВ, включающий безусловную цель к 2030 г. по сокращению выбросов ПГ на 15% от уровня 1990 г. Приняты «Стратегия развития Республики Казахстан до 2050 г.», «Экологический кодекс», «Система торговли квотами на выбросы» и Таксономия «зеленых» проектов[436], что способствует переходу на ВИЭ. Таким образом, правительство поставило цель – к 2030 г. не менее 15% всей производимой электроэнергии должно обеспечиваться ВИЭ, а к 2050 г. – не менее 50%.

Сценарии достижения ОНУВ Республики Казахстан до 2030 года

Проекции снижения выбросов



Метод оценки:
- Макроэкономическая модель CGE
- Техно-экономическая модель TIMES
- Модель загрязнения воздуха и оценки риска смертности населения

Сценарии достижения ОНУВ:
1. Усиление СТВ, ставка ежегодная ставка снижения 3-4%
   a) Равномерное снижение в период 2025-2030 годов
   b) Ускоренное снижение в период 2028-2030 годов
   c) Ускоренное снижение в период 2025-2028 годов
2. Усиление СТВ и углеродный налог, ежегодная ставка снижения 2.25-2.5% (2-2-3)
   a) 5-10-30$
   b) 5-15-35$
   c) 5-20-40$

[434] совокупность всех вод на континентах, включая почвенные, подземные и поверхностные воды, а также снег и лед

[435] Рамочная конвенция ООН по изменению климата

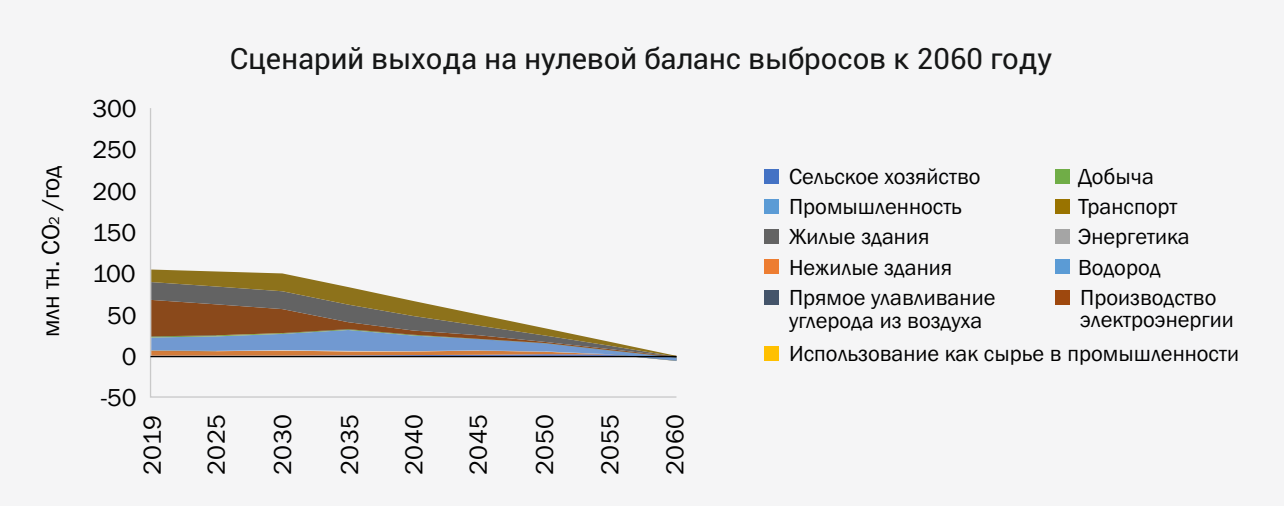
[346] система классификации, которая помогает определить, какие проекты или виды деятельности действительно являются экологически устойчивыми

Кыргызская Республика в октябре 2021 г. представила пересмотренный ОНУВ, взяв обязательства по условному сокращению выбросов ПГ на 36,61% к 2025 г. и на 43,62% к 2030 г. при условии международной поддержки и на 16,63% к 2025 г. и 15,97% к 2030 г. по сценарию «Бизнес как обычно». Разработаны и реализуются следующие стратегические документы, связанные с ОНУВ: «Национальная стратегия развития Кыргызской Республики на 2018-2040 гг.», «Климатическая инвестиционная программа Кыргызской Республики» и «Программа развития зеленой экономики в Кыргызской Республике на 2019-2023 гг.». В 2025 г. ожидается пересмотр части ОНУВ по адаптации на период 2026-2030 гг.

Таджикистан в октябре 2021 г. представил пересмотренный ОНУВ, согласно которому страна обязуется при условии международной поддержки сократить к 2030 г. выбросы ПГ на 40-50% (к уровню 1990 г.). Также установлен безусловный целевой показатель сокращения к 2030 г. выбросов на 30-40% (к уровню 1990 г.) за счет усиления адаптации в энергетике, водном, сельском и лесном хозяйствах и транспортном секторе. В стране разработаны и реализуются: «Национальная стратегия развития Республики Таджикистан до 2030 г.», «Среднесрочная программа развития Республики Таджикистан на 2021-2025 гг.», «Национальная стратегия Республики Таджикистан по снижению риска бедствий на 2019-2030 гг.», «Национальная стратегия по адаптации к изменению климата в Республике Таджикистан до 2030 г.».

Туркменистан в 2022 г. представил свой второй отчет ОНУВ, в котором страна обязуется к 2030 г. сократить выбросы ПГ на 20% (к уровню 2010 г.). В 2021 г. выбросы ПГ в Туркменистане выросли до 65,7 $MtCO_2$ по сравнению с 63 $MtCO_2$ в 2020 г. и 58,4 $MtCO_2$ в 2010 г. Установленная цель охватывает всю экономику, включая энергетику, промышленность, сельское хозяйство и включает выбросы CO_2, CH_4, N_2O и пенопласта. Туркменистан также объявил о мерах по адаптации к 2030 г., в частности, повышение устойчивости и снижение уязвимости к изменению климата для достижения устойчивого экономического развития страны. Для реализации этих мер адаптации стране требуется международная финансовая поддержка в размере около $500 млн.

Узбекистан в октябре 2021 г. представил пересмотренный ОНУВ, целью которого является сокращение к 2030 г. объема удельных выбросов ПГ на единицу ВВП на 35% по сравнению с уровнем 2010 г. Это больше, чем в первом ОНУВ, который предусматривал сокращение на 10%. Пересмотренный ОНУВ также усиливает меры по адаптации, особенно в сельском хозяйстве. Кроме того, страна работает над согласованием ОНУВ со Стратегией перехода к зеленой экономике к 2030 г. Цели ОНУВ планируется достичь за счет увеличения доли ВИЭ в производстве электроэнергии до 25%, внедрения альтернативных видов топлива в транспортном секторе, совершенствования системы управления твердыми бытовыми отходами, внедрения энергосберегающих технологий во всех секторах экономики, расширения лесных массивов и т.д.



28-я Конференция по изменению климата

28-я Конференция сторон Рамочной конвенции ООН об изменении климата (COP28) под общей темой «Климатические действия не ждут» прошла с 30 ноября по 13 декабря в Дубае (ОАЭ).

Участники почти из 200 стран впервые признали необходимость полного отказа от ПГ.

Таким образом, COP28 ознаменовалась принятием «Консенсуса ОАЭ» – широкомасштабного документа, который затронул все основные аспекты климатической политики.

Данным документом Стороны обязались:

Утроить глобальные мощности по использованию ВИЭ и удвоить глобальные среднегодовые темпы повышения энергоэффективности к 2030 г.

Активизировать усилия по поэтапному отказу от использования угольной энергии, не подвергающейся сокращению

Активизировать усилия в глобальном масштабе по созданию энергетических систем с нулевым уровнем выбросов, используя нулевые и низкоуглеродные виды топлива задолго до середины века или примерно к середине века

Осуществить переход от потребления твердого топлива в энергетических системах на справедливой, упорядоченной и равноправной основе, ускоряя действия в течение критического десятилетия, чтобы добиться «чистого нуля» к 2050 г. в соответствии с научными данными

Активизировать внедрение технологий с нулевым и низким уровнем выбросов, включая, в частности, ВИЭ, ядерную энергетику, технологии борьбы с выбросами и их устранение, такие как улавливание, утилизация и хранение углерода особенно в трудноустраняемых секторах и производство низкоуглеродного водорода

Ускорить и существенно сократить выбросы не углекислого газа в глобальном масштабе, включая, в частности, выбросы метана к 2030 г.

Ускорить сокращения выбросов от автомобильного транспорта по целому ряду направлений, в т.ч. путем развития инфраструктуры и быстрого внедрения транспортных средств с нулевым и низким уровнем выбросов

Как можно быстрее поэтапно отменить неэффективные субсидии на потребление углеводородного топлива, которые не решают проблемы «энергетической нищеты» или справедливого перехода

Другие решения COP28

На COP28 впервые в истории конференций РКИК рассматривались такие новые направления как **здравоохранение, торговля, оказание помощи, восстановление и достижение мира**. Результаты:

- страны объединили свои усилия и подписали в целях обеспечения лучших результатов в области здравоохранения путем преобразования систем здравоохранения в климатоустойчивые, низкоуглеродные и более эффективной подготовки сообществ и наиболее уязвимых групп населения к последствиям изменения климата «Декларацию COP28 о климате и здоровье»;

- создан Фонд убытков и ущерба для поддержки развивающихся стран, уязвимых к изменению климата[437]; страны взяли на себя обязательства по пополнению Зеленого климатического фонда на сумму $3,5 млрд. Раннее, в общей сложности 25 стран объявляли о выделении €9,33 млрд по случаю второй конференции высокого уровня по пополнению средств ЗКФ, которая прошла 5 октября 2023 г. в Бонне;

- подписана «Декларация об устойчивом сельском хозяйстве, гибких продовольственных системах и действиях в области климата»; объявлено о привлечении более $2,5 млрд для поддержки продовольственной безопасности и новом партнерстве между ОАЭ и Фондом Билла и Мелинды Гейтс в области инноваций продовольственных систем в условиях изменения климата;

- создана Коалиция многоуровневых партнерств по климатическим действиям (CHAMP), к которой присоединились 72 страны и 39 организаций. Коалиция направлена на расширение сотрудничества с субнациональными органами власти в области финансирования, реализации и мониторинга климатических стратегий;

- объявлено новое партнерство по гендерно-чувствительному справедливому переходу и действиям по борьбе с изменением климата. Партнерство, одобренное более чем 60 сторонами, представляет собой пакет обязательств в поддержку целей Гендерного плана действий. Из стран Центральной Азии к партнерству присоединился Кыргызстан;

[437] общая сумма обязательств по состоянию на январь 2024 г. составляет $661 млн

- 38 странами подписана Декларация UNESCO по образованию и изменению климата, в которой они обязуются включить климатическое образование в свои ОНУВ и национальные планы адаптации. Узбекистан является одним из партнеров-учредителей Декларации;

- 43 страны и Евросоюз присоединились к инициативе по пресным водам, взяв на себя обязательство защищать и восстанавливать 30% деградированных пресноводных экосистем. Из стран Центральной Азии к инициативе присоединился Таджикистан.

Участие стран Центральной Азии на COP28

Для государств ЦА COP28 РКИК началась с презентации Региональной стратегии по адаптации к изменению климата в Центральной Азии. В Региональной стратегии выделены четыре стратегические цели: (1) усиление региональной координации действий по адаптации к изменению климата; (2) создание механизмов для разработки и реализации адаптационных проектов/программ и привлечения финансирования; (3) повышение адаптационного потенциала за счет выработки и обмена знаниями и научного сотрудничества; (4) развитие систем мониторинга климата, обмена информацией и прогнозирования.

В ходе 10-й встречи представителей министерств иностранных дел и парламентариев стран ЦА от имени правительств стран региона было озвучено региональное заявление «Голос Центральной Азии», имеющее огромное значение как для самих стран, так и глобального переговорного процесса. Заявление усиливает коллективный голос стран, укрепляет переговорные навыки, способствует развитию регионального сотрудничества, демонстрирует приверженность делу, повышает эффективность глобальных переговоров, продвигает сотрудничество и партнерство.

Дополнительную информацию по мероприятиям в рамках COP28 можно найти в сборнике НИЦ МКВК «28-я Конференция сторон Рамочной конвенции ООН об изменении климата».

Доклады об изменении климата

ВМО опубликовала доклад «Глобальный климат 2011-2020 гг.: Десятилетие ускоряющегося изменения климата». В данном межведомственном исследовании представлена краткая информация о состоянии климата, экстремальных явлениях и их социально-экономических последствиях за период 2011-2020 гг. Это второй из серии докладов после первого десятилетнего анализа за 2001-2010 гг.

МГЭИК выпустила 6-й оценочный доклад об изменении климата (AR6 Synthesis Report: Climate Change 2023). В Докладе отмечается, что возможностей для сдерживания глобального потепления на уровне ниже 1,5°C становится все меньше, а риск стихийных бедствий все выше. Рост температуры приобретет более глобальный характер и может достичь до +4°C, что отразится на усилении дефицита воды и продовольствия, снижении уровня благополучия и здоровья. Решением данной проблемы является поэтапный отказ от использования ископаемого топлива и повсеместное инвестирование в ВИЭ.

Доклад «10 новых фактов в климатологии за 2023/2024 годы»

1. Превышение 1,5°C постепенно приобретает неизбежный характер. Удержать рост средней глобальной температуры в пределах 1,5°C в ближайшей перспективе возможно только при условии незамедлительных преобразований, которые позволят быстро декарбонизировать экономику, энергетику и систему землепользования, сократив к 2030 г. выбросы ПГ на 43% по сравнению с уровнем 2019 г.

2. Для достижения целевого показателя Парижского соглашения необходим быстрый и планомерный отказ от использования ископаемого топлива. Правительства и частный сектор должны прекратить реализацию новых проектов, связанных с ископаемым топливом, ускорить скорейший вывод из эксплуатации существующей инфраструктуры, быстро увеличить темпы внедрения ВИЭ. Страны с высоким уровнем дохода должны возглавить переходный процесс и оказывать поддержку странам с низким уровнем дохода.

3. Эффективные меры политики имеют решающее значение для эффективного удаления диоксида углерода. Достижение целей Парижского соглашения потребует увеличения к 2050 г. объемов удаления углекислого газа с 2 до 5 млрд тонн и выше. Практически все действия по сокращению выбросов ПГ включают лесопосадки и лесовосстановление. Лишь 0,1% нынешнего сокращения выбросов приходится на долю других методов, таких как прямое улавливание и хранение, биоэнергетика с улавливанием и хранением углерода, биоугли, усиленное выветривание и т.д. Однако почти все сценарии, ограничивающие потепление до 1,5-2°C, предполагают широкомасштабное развертывание этих методов удаления.

4. Чрезмерная зависимость от природных поглотителей углерода – рискованная стратегия: будущая их эффективность неопределенна. До сих пор поглотители углерода на суше и в океане росли параллельно с увеличением выбросов CO_2. Однако исследования показывают, что в будущем они могут поглощать меньше углерода, чем предполагалось на основе существующих оценок. Поэтому усилия по сокращению выбросов имеют первостепенное значение, а природные решения по увеличению поглотителей углерода должны

рассматриваться как дополнение для компенсации труднопреодолимых выбросов.

5. Для решения взаимосвязанных проблем, связанных с климатом и биоразнообразием, необходимо совместное управление. Требуется более тесная увязка международных конвенций по изменению климата и биоразнообразию. Обеспечение учета положительного воздействия на природу при распределении климатического финансирования и усиление взаимодействия между конвенциями – вот примеры ключевых действий в правильном направлении.

6. Совокупность климатических явлений создает значительные риски и повышает их неопределенность. Воздействие комбинации нескольких факторов или угроз (одновременных или следующих друг за другом) может превышать сумму отдельных явлений. Сельскохозяйственные культуры особенно чувствительны к одновременному возникновению экстремально жарких и засушливых условий. Ранняя весна с последующими заморозками несет вред урожаю. Учитывая, что значительная часть растениеводства сосредоточена всего в нескольких регионах, глобальная продовольственная безопасность остается под угрозой. Поэтому важно выявлять и быть готовыми к таким совокупным явлениям для устойчивого управления рисками и предоставления помощи в чрезвычайных ситуациях.

7. Темпы потери горных ледников ускоряются. Согласно новым глобальным прогнозам, к 2100 г. ледники потеряют от 26% (при +1,5°C) до 41% (при +4°C) от своего нынешнего объема. В долгосрочной перспективе это грозит нехваткой воды населению, проживающему ниже по течению (около 2 млрд человек в мире), и подвергает горных жителей повышенным рискам, таким как внезапные паводки.

8. Снижается мобильность населения в районах, подверженных климатическим рискам. Люди, сталкивающиеся с климатическими рисками, могут не иметь возможности или желания переселяться, а существующие институциональные структуры не учитывают фактор мобильности и недостаточны для того, чтобы предвидеть или поддерживать потребности этих групп населения.

9. Новые инструменты обеспечения справедливости позволяют повысить эффективность адаптации к климату. Мониторинг различных аспектов справедливости и их учет в стратегическом планировании и оценке адаптации могут повысить устойчивость к изменению климата и снизить риск дезадаптации.

10. Реформа продовольственных систем способствует решению климатических проблем. Продовольственная система ответственна за 31% глобальных выбросов ПГ и может способствовать повышению к 2100 г. глобальной температуры на 2°C если не будут внесены кардинальные изменения. В то же время более 700 млн человек страдают от голода, а уязвимые группы населения в большей степени испытывают отсутствие продовольственной безопасности. Исследования в области устойчивого развития показывают, что фундаментальные изменения в продовольственных системах могут занять десятилетия, поэтому больше нельзя откладывать принятие мер. При изменении структуры продовольственных систем следует руководствоваться принципами достаточности, воспроизводства, распределения, общности и заботы.

Источник: 10NICS-2023-Report_digital.pdf (10insightsclimate.science)

ЮНЕП опубликовала 14-й выпуск ежегодного доклада о разрыве в уровне выбросов за 2023 г. «Заезженная пластинка: температура установила новые рекорды, однако миру не удается сократить объемы выбросов (снова)». Выводы Доклада показывают, что 2023 г. был годом побитых рекордов и неисполненных обязательств: зафиксированы рекордно высокие уровни выбросов ПГ, побиты температурные рекорды, а климатические последствия стали проявляться все сильнее и быстрее. Финансовые средства, призванные способствовать адаптации уязвимых сообществ к изменению климата, не осваиваются.

Выводы Доклада:

1. Глобальные выбросы ПГ установили новый рекорд в 2022 году, составив 57,4 ГтCO_2э[438]. В 2022 г. глобальные выбросы ПГ увеличились на 1,2% по сравнению с 2021 г., установив новый рекорд в 57,4 ГтCO_2э. Общемировое потребление первичной энергии увеличилось в основном за счет роста поставок угля, нефти и ВИЭ, в то время как потребление газа сократилось на 3% после энергетического кризиса и войны в Украине. В большинстве регионов мира страны продолжили инвестировать в добычу и использование ископаемого топлива.

2. Текущие объемы выбросов, как и в прошлом, крайне неравномерно распределены внутри стран и между странами, что отражает глобальные модели неравенства. Территориальные выбросы ПГ на душу населения в Российской Федерации и Соединенных Штатах Америки более чем вдвое превышают среднемировой показатель, равный 6,5 тонн эквивалента CO_2 (ГтCO_2э), в то время как в Индии они составляют менее половины этого показателя.

3. После COP27 наметились несущественные изменения в ОНУВ, однако значимый прогресс в этой области и в политике был достигнут после принятия Парижского соглашения. В том случае, если все новые и обновленные безусловные ОНУВ будут выполнены в полном объеме, по оценкам

[438] гигатонны эквивалента CO_2

это приведет к сокращению к 2030 г. глобальных выбросов ПГ в среднем на 5,0 ГтCO_2э в год по сравнению с первоначальными ОНУВ. Совокупный эффект осуществления девяти ОНУВ, представленных после COP27, составит около 0,1 ГтCO_2э от общего указанного объема. Таким образом, несмотря на то, что прогресс, достигнутый после COP27, был незначительным, прогресс с момента принятия Парижского соглашения намного более существенный, хотя все еще остается недостаточным для сокращения разрыва в уровне выбросов.

4. Число обязательств по достижению нулевого сальдо выбросов продолжает увеличиваться, однако уверенность в их выполнении по-прежнему небольшая. По состоянию на 25 сентября 2023 г. 97 сторон, на долю которых приходится приблизительно 81% объема глобальных выбросов ПГ, взяли на себя обязательства по достижению нулевого сальдо выбросов либо на законодательном уровне (27 сторон), либо в программном документе, таком как ОНУВ или долгосрочная стратегия (54 стороны), либо в заявлении представителя правительства высокого уровня (16 сторон). Все члены «Группы двадцати», за исключением Мексики, ответственные за 76% от объема глобальных выбросов, установили целевые показатели по достижению нулевого сальдо выбросов. Однако наибольшие опасения вызывает тот факт, что ни один из членов «Группы двадцати» на данный момент не предпринимает никаких мер по сокращению объема выбросов, которые соответствовали бы целевым показателям по достижению нулевого сальдо выбросов.

5. Разрыв в уровне выбросов в 2030 г. остается значительным: настоящие безусловные ОНУВ предполагают, что разрыв для достижения целевого показателя в 2°C составляет 14 ГтCO_2э, а для достижения целевого показателя в 1,5°C – 22 ГтCO_2э. Дополнительное внедрение условных ОНУВ позволит сократить эти показатели на 3 ГтCO_2э. Разрыв в уровне выбросов определяется как разница между предполагаемыми глобальными выбросами ПГ, достигнутыми в результате полного осуществления последних версий ОНУВ, и выбросами при применении мер с наименьшими издержками, согласованных с долгосрочной температурной целью в соответствии с Парижским соглашением. Разрыв в выбросах ПГ на 2030 г. по сравнению с 2022 г. остается практически неизменным. По оценкам, полное исполнение ОНУВ приведет к разрыву с целевыми показателями ниже 2°C примерно на 14 ГтCO_2э (диапазон: 13-16) с вероятностью не менее 66%.

6. Действия в этом десятилетии определят цели, необходимые для следующего раунда ОНУВ на период до 2035 года, и возможность достижения долгосрочной температурной цели, предусмотренной Парижским соглашением. Следующий раунд представления ОНУВ должен содержать достаточно амбициозные цели, чтобы снизить уровень глобальных выбросов ПГ к 2035 г. до уровня, соответствующего путям ограничения потепления до 2°C и 1,5°C и равного, соответственно, 36 ГтCO_2э (диапазон: 31-39) и 25 ГтCO_2э (диапазон: 20-27), одновременно компенсируя избыток выбросов ПГ до достижения уровней, соответствующих этим путям. В противном случае сохранение текущей политики и сценариев ОНУВ приведет в 2035 г. к увеличению уровня выбросов и, вероятно, непреодолимому разрыву в уровне выбросов.

7. При сохранении текущего политического курса ограничение глобального потепления, согласно оценкам, окажется в пределах 3°C. Выполнение всех безусловных и условных обязательств к 2030 г. снизит этот показатель до 2,5°C, тогда как дополнительное выполнение всех обязательств по достижению нулевого сальдо выбросов приведет к дальнейшему сокращению до 2°C. Согласно наиболее оптимистичному сценарию, вероятность сокращения глобального потепления до 1,5°C составляет всего 14%, а различные сценарии предполагают большую вероятность того, что глобальное потепление составит более 2°C или даже 3°C. Это еще раз подчеркивает необходимость сокращения глобальных выбросов к 2030 г. по сравнению с уровнями, соответствующими полному выполнению текущих ОНУВ. Важно также расширить охват обязательств по достижению нулевого уровня выбросов для всех парниковых газов и обеспечить выполнение этих обязательств.

8. Тот факт, что не удалось жестко сократить объем выбросов в странах с высоким уровнем дохода и предотвратить дальнейшее увеличение объема выбросов в странах с низким и средним уровнем дохода означает, что все страны должны срочно ускорить низкоуглеродную трансформацию всех секторов экономики в целях достижения долгосрочной температурной цели, предусмотренной Парижским соглашением. Энергетика является доминирующим источником выбросов ПГ: в настоящее время на нее приходится 86% глобальных выбросов CO_2. Таким образом, глобальная трансформация энергетических систем имеет чрезвычайное значение, особенно в странах с низким и средним уровнем дохода. Здесь, помимо перехода от ископаемого топлива, необходимо решать неотложные задачи развития.

9. Страны с низким и средним уровнем дохода сталкиваются с существенными экономическими и институциональными проблемами при переходе к низкоуглеродной энергетике, однако в то же время могут использовать открывающиеся возможности. Доступ к финансовым ресурсам является необходимым условием для повышения амбициозности мер по предотвращению изменения климата в странах с низким и средним уровнем дохода. Однако стоимость капитала в этих странах в семь раз выше, чем в США и Европе. Следовательно, необходимо значительно увеличить международную финансовую помощь по сравнению с существующей, а также более эффективно распределять новые государственные и частные источники капитала среди стран с низким уровнем дохода и реструктурировать эти источники с помощью механизмов финансирования, снижающих стоимость капитала. К таким

источникам относятся долговое финансирование, увеличение объема долгосрочного льготного финансирования, гарантии и стимулирующее финансирование.

10. Дальнейшая отсрочка жесткого сокращения глобальных выбросов ПГ в будущем станет причиной зависимости от CDR[439] для достижения долгосрочной температурной цели, предусмотренной Парижским соглашением. Удаление углекислого газа (CDR) необходимо для достижения долгосрочной цели Парижского соглашения, так как достижение нулевого сальдо выбросов CO_2 важно для стабилизации глобального потепления, а нулевое сальдо выбросов ПГ приведет к пиковому значению и последующему сокращению глобального потепления. CDR уже применяется сегодня, главным образом в форме традиционных наземных методов, таких как облесение, лесовосстановление и рациональное использование существующих лесов, причем значительная доля таких проектов приходится на развивающиеся страны. Согласно оценкам, в настоящее время прямое удаление традиционными наземными методами, применяемыми почти повсеместно, составляет 2,0 (±0,9) ГтCO_2э в год.

Крупные мероприятия и значимые события

ГА ООН приняла резолюцию, в которой просит Международный суд ООН вынести **заключение о том, есть ли у стран юридическая обязанность решать проблемы изменения климата** и каковы могут быть юридические последствия бездействия в этой области. Резолюция была принята в связи с тем, что все большее число людей по всему миру обращаются в суды, чтобы заставить правительства и бизнес принять меры в связи с изменением климата.

Глобальные тенденции в судебных процессах, связанных с изменением климата. Согласно Глобальному отчету о судебных процессах, связанных с изменением климата, количество судебных исков с 2017 г. увеличилось более чем в два раза. Хотя большинство исков было подано в США, судебные процессы имеют место по всему миру. В настоящее время порядка 17% дел подаются в развивающихся странах, включая малые островные государства.

34 дела было возбуждено по инициативе и от имени детей и молодежи в возрасте до 25 лет, в т.ч. девочек в возрасте семи и девяти лет в Пакистане и Индии, а в Швейцарии истцы обосновывают свои требования тем, что изменение климата оказывает чрезмерное воздействие на пожилых женщин. В целом во всем мире в 55% случаев вынесены решения в пользу климатических действий.

Большинство текущих судебных разбирательств по климатическим вопросам относится к одной или нескольким из шести категорий: (1) дела, основанные на правах человека, закрепленных в международном праве и национальных Конституциях; (2) оспаривание неисполнения законов и стратегий, связанных с климатом, на национальном уровне; (3) тяжбы, направленные на сохранение ископаемого топлива в земле; (4) сторонники более широкого раскрытия информации о климате и прекращении «эковтирательства»; (5) иски, касающиеся ответственности корпораций за ущерб, причиненный климату; (6) иски, касающиеся неспособности адаптироваться к последствиям изменения климата.

Примечательные судебные дела по изменению климата в 2023 году

105 стран-членов ООН во главе с тихоокеанским островным государством Вануату обратились в Международный суд с просьбой вынести заключение, которое разъяснит, какие обязательства по борьбе с изменением климата существуют у стран в соответствии с международным правом, а также позволит частным лицам обращаться в суд с исками к правительствам.

Суд штата Монтана вынес решение в пользу 16 молодых людей, которые подали иск против правительства штата, заявляя, что политика, благоприятствующая ископаемому топливу, нарушает их Конституционное право на чистую и здоровую окружающую среду. Решение штата было обжаловано, однако оно стало важным прецедентом для тех, кто пытается использовать правовую систему для решения проблемы изменения климата.

Дело 21 молодого истца по знаковому федеральному Конституционному иску о климате «Джулиана против Соединенных Штатов», рассмотрение которого откладывалось более восьми лет, находится в стадии судебного разбирательства по вопросу о том, является ли энергетическая система федерального правительства, основанная на использовании ископаемого топлива, и вызванная этим дестабилизация климата, неконституционной.

18 молодых калифорнийцев подали иск против Агентства по охране окружающей среды США (EPA). Они утверждают, что EPA допускает опасные уровни загрязнения климата, тем самым нанося им вред и подвергая их дискриминации.

Коренные американские племена – индейское племя Маках и индейское племя Шоалуотер-Бэй – подали первые иски об обмане в отношении ископаемых топливных гигантов, таких как Exxon Mobil, Shell и другие, в Высший суд округа Кинг штата Вашингтон.

Источник: https://blog.ucsusa.org/delta-merner/climate-litigation-reflection-and-anticipation-for-2024/

[439] удаление углекислого газа

Апелляционный суд вынес важное решение по иску о защите прав человека, поданному группой бельгийских граждан против правительства страны и властей регионов. Суд обязал бельгийское правительство сократить к 2030 г. выбросы углекислого газа, по меньшей мере, на 55% по сравнению с уровнем 1990 г.

Организация "Greenpeace Nordic" и «Молодые друзья Земли Норвегии» оспорили решение норвежского правительства об одобрении трех новых нефтяных месторождений в Северном море.

Шесть молодых людей из Португалии (младшему из них 11 лет) подали иск против 32 европейских стран, что стало первым случаем, когда правительствам стольких стран пришлось коллективно защищать свою климатическую политику в суде. Юные истцы инициировали судебный процесс в 2020 г., после нескольких лет рекордной жары в Португалии и разрушительных лесных пожаров в 2017 г.

Источник: https://www.sustainabilityforstudents.com/post/2023-climate-litigation-in-european-courts-recap

Верховный суд Испании отклонил иск, поданный тремя экологическими ассоциациями против испанского правительства, подтвердив соответствие его климатических усилий обязательствам Испании по Парижскому соглашению.

Пять фермеров обратились в суд с требованием обязать правительство Кении ограничить объем выбросов ПГ в стране на 30%. Фермеры утверждают, что выбросы представляют угрозу для температуры Земли, что имеет негативные последствия для Кении в виде наводнений, теплового стресса, лесных пожаров, засух, а также для производства продовольствия и питьевого водоснабжения.

Источник: https://www.nortonrosefulbright.com/en-hk/knowledge/publications/671a4943/climate-change-litigation-update-july-2023

В Международный суд поступил запрос на консультативное заключение по климату (29 марта). Генассамблея ООН, в соответствии со своей резолюцией (A/77/L.58), инициированной Республикой Вануату, обратилась за прояснением правовых обязательств государств в отношении изменения климата. Для Вануату, как и остальных малых островных государств, наиболее уязвимых к изменению климата, это шанс добиться решительных мер в борьбе с изменением климата и справедливого решения проблемы, сохранив окружающую среду для настоящего и будущего поколений. Консультативное заключение предполагает как толкование обязательств по Парижскому соглашению и РКИК ООН, так и анализ воздействия изменения климата на права человека. Хотя консультативные заключения Международного суда не имеют обязательной силы, но с учетом авторитета и юридического веса суда, его заключение может повлиять на другие суды и национальные судебные разбирательства, обеспечит авторитетное мнение по «столь долго игнорируемому вопросу потерь и ущерба» и их компенсации, и, наконец, будет способствовать повышению планетарного сознания в плане изменения климата. См. также подраздел «Международный суд».

12.2. Достижение Целей Устойчивого Развития

В данном подразделе представлен обзор достижения выборочных Целей устойчивого развития (ЦУР 6, ЦУР 7, ЦУР 13, ЦУР 15) на основе докладов ООН в области устойчивого развития.

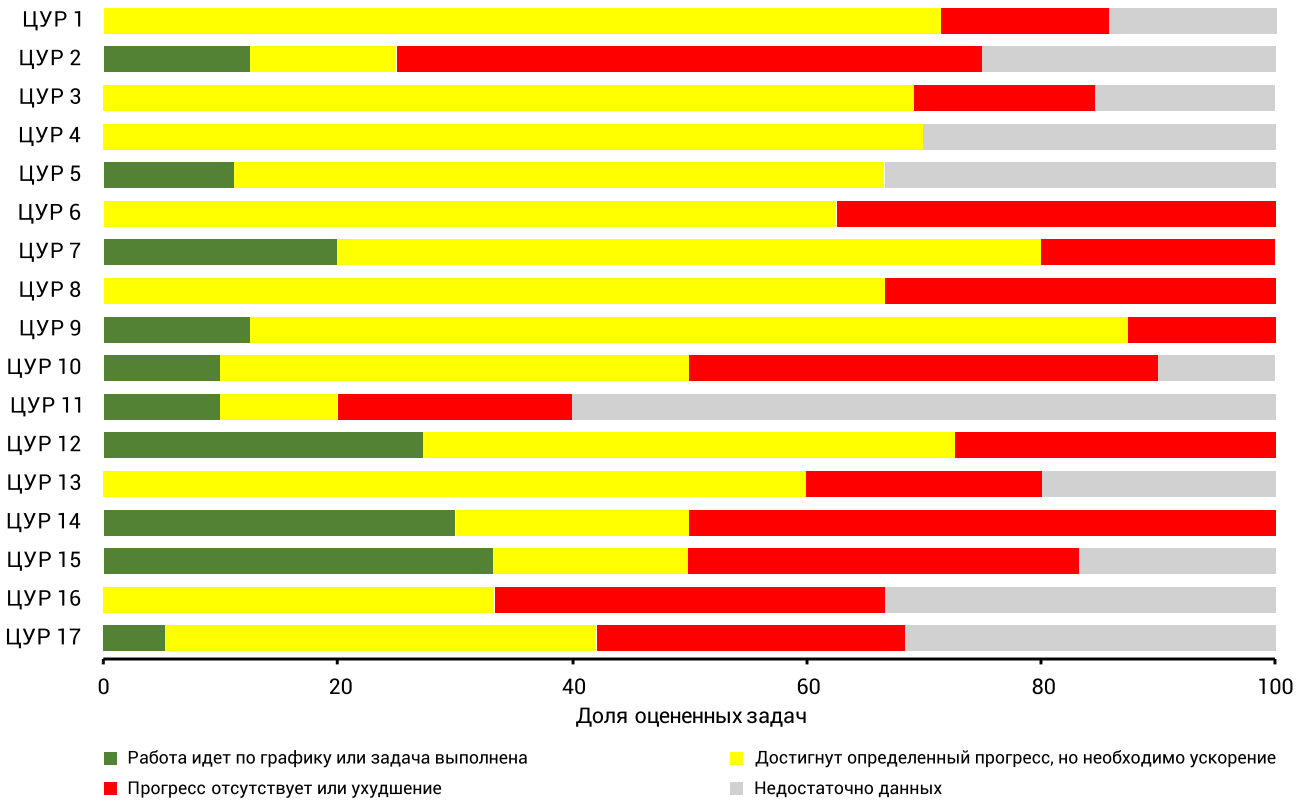
Последние данные[440], полученные на промежуточном этапе реализации Повестки дня в области устойчивого развития на период до 2030 г., свидетельствуют о том, что большинство задач, предусмотренных ЦУР, сильно отстают по срокам выполнения. Сохраняющиеся последствия пандемии COVID-19, наряду с другими кризисами, такими как изменение климата и вооруженные конфликты, оказывают широкомасштабное воздействие на уровень бедности, продовольственную безопасность, здоровье и окружающую среду.

В докладе «2023 год: На пути к выработке плана спасения людей и планеты»[441] отмечается, что доступ к питьевой воде, санитарии и гигиене в сельских районах значительно улучшился, но в городах остался на прежнем уровне или даже ухудшился (ЦУР 6). Эффективность водопользования выросла на 9%, особенно в сельском хозяйстве, однако нагрузка на водные ресурсы усиливается. Высокий уровень нагрузки, превышающий **75%**, наблюдается в Центральной и Южной Азии, а в Северной Африке – критический уровень, превышающий **100%**. 2,2 млрд человек все еще не имеют доступа к услугам питьевого водоснабжения. В плане доступа сильно отстают страны Африки, расположенные к югу от Сахары.

Мир продолжает добиваться прогресса в выполнении задач в области энергетики (ЦУР 7), но недостаточно быстро. Развивающиеся страны добились годовых темпов прироста (в **9,6%**) введенных в строй ВИЭ.

В условиях надвигающегося климатического катаклизма текущие темпы и масштабы действий в области климата совершенно недостаточны для эффективного решения проблемы изменения климата (ЦУР 13). Рекордно высокие уровни концентрации парниковых газов ведут к повышению глобальных температур, при этом около **90%** тепла поглощается океаном. Это вызывает повышение уровня моря в результате таяния льда на суше, ледников и ледникового покрова в океане, а также теплового расширения воды. За последнее десятилетие темпы повышения глобального среднего уровня моря выросли вдвое: с **2,27** мм в год в 1993-2002 гг. до **4,62** мм в год. Даже если усилия по удержанию потепления в пределах 1,5°C увенчаются успехом, уровень моря продолжит повышаться в течение ближайшего столетия, создавая значительные риски для населения во всем мире. Поэтому необходимы глобальные меры для обеспечения климатоустойчивого развития, ускорения адаптации к из-

Оценка прогресса в достижении всех 17 целей в области устойчивого развития на основе оценок выполнения отдельных задач (в процентах)



Источник: https://unstats.un.org/sdgs/files/report/2023/secretary-general-sdg-report-2023--RU.pdf

[440] доклад Генсека ООН «Ход достижения целей в области устойчивого развития: на пути к выработке плана спасения людей и планеты» (специальный выпуск), 78 сессия Генеральной Ассамблеи, Экономический и Социальный Совет

[441] доклад о целях в области устойчивого развития, 2023 год: специальный выпуск

менению климата и смягчения его последствий, а также обеспечения соответствующего финансирования в борьбе с изменением климата.

Несмотря на определенный прогресс в области неистощительного лесопользования, охраны территорий и учета ценности национального биоразнообразия и природного капитала, большинство улучшений остаются скромными. Обезлесение и деградация лесов продолжают представлять серьезные глобальные угрозы – за последние два десятилетия площадь лесов сократилась почти на 100 млн га, а доля лесов в общей площади суши снизилась до **31,2%**. Основной причиной глобального обезлесения в почти **90%** случаев является расширение сельскохозяйственных угодий (49,6% – под пахотные земли и **38,5%** – под пастбища). Недавно принятая Куньминско-Монреальская глобальная рамочная программа по биоразнообразию придает новый импульс достижению ЦУР15.

На рисунке выше представлена оценка прогресса достижении всех 17 ЦУР на основе оценок выполнения отдельных задач (в процентах). Картина является неполной из-за хронических проблем с получением своевременных данных по всем 169 задачам.

В подразделе далее представлена краткая оценка выполнения отдельных задач по ЦУР 6.

ЦУР 6

Восемь задач ЦУР 6 включают: **(1)** обеспечение безопасной питьевой водой (задача 6.1), **(2)** доступ к санитарно-гигиеническим средствам (6.2), **(3)** качество воды (6.3), **(4)** эффективность водопользования и сокращение уровня нехватки воды (6.4), **(5)** интегрированное управление водными ресурсами (ИУВР) и трансграничное водное сотрудничество (6.5), **(6)** охрану экосистем, связанных с водой (6.6), **(7)** расширение международного сотрудничества и поддержки в деле укрепления потенциала развивающихся стран (6.a) и **(8)** укрепление участия местных общин (6.b).

Согласно среднесрочной оценке из доклада «План по ускорению: Обобщающий доклад по ЦУР 6 в области водных ресурсов и санитарии 2023 г.»[442], прогресс по ЦУР 6 явно недостаточен для достижения поставленных целей к 2030 г.:

- Для достижения глобальной цели обеспечения всеобщего доступа к безопасной питьевой воде необходимо в шесть раз ускорить прогресс в этой области, к безопасной санитарии – в пять раз, к элементарным средствам гигиены – в три раза.

- Значительная часть (42%) бытовых сточных вод не очищается должным образом. Недостаток данных затрудняет оценку глобальных тенденций.

- Дефицит воды усилился по всему миру.

- С 2017 по 2023 гг. глобальные показатели внедрения интегрированных методов управления водными ресурсами выросли с 49 до 57%, однако для достижения цели необходимо как минимум удвоить темпы прогресса:

  – на региональном уровне значительные усилия по ускорению внедрения ИУВР должны быть предприняты в Центральной и Южной Азии, Латинской Америке и Карибском бассейне, Океании и Африке к югу от Сахары, поскольку эти регионы добились незначительного прогресса и отстают от других;

  – только **44** страны достигли значительного уровня внедрения ИУВР. При текущих темпах прогресса в реализации к 2030 г. 107 стран не смогут достичь цели;

  – результаты свидетельствуют о необходимости ускорения трансграничного сотрудничества: из 153 стран, имеющих общие трансграничные воды, только **24**, сообщили, что все общие реки, озера и водоносные горизонты охвачены оперативными механизмами сотрудничества;

  – Европа и Северная Америка, а также страны Африки к югу от Сахары являются наиболее продвинутыми регионами в плане трансграничного водного сотрудничества. Прогресс значительно отстает в Латинской Америке и Карибском бассейне, а также во всех азиатских субрегионах и в целом по трансграничным водоносным горизонтам.

- Площадь поверхностных вод в пятой части речных бассейнов мира претерпевает резкие изменения, что связано с изменением климата и неэффективным управлением водными ресурсами.

- По целям 6.a и 6.b обязательства в рамках официальной помощи в целях развития с 2015 по 2021 гг. сократились на 12%, а фактические выплаты уменьшились на 15% несмотря на нарастающие потребности в финансировании. Хотя все больше национальных законов и политик предусматривают процедуры общественного участия, их фактическая реализация остается недостаточной.

[442] составлен по результатам третьего цикла сбора данных по глобальным индикаторам ЦУР 6 в 2023 г. в рамках Инициативы комплексного мониторинга ЦУР 6

Прогресс по ЦУР в странах Центральной Азии

В 2023 г. регион Центральной Азии продемонстрировал неоднозначный прогресс по достижению ЦУР.

Республика Казахстан[443]. По состоянию на 2023 г., Казахстан занимал 66-е место из 163 стран по индексу ЦУР, набрав 71,7 балла из 100. Единственная цель, которую удалось достичь с момента принятия ЦУР – это ликвидация нищеты (ЦУР 1). Области, в которых Казахстан остается особенно уязвимым, включают: ликвидация голода (ЦУР 2), и чистая энергия (ЦУР 7), борьба с изменением климата (ЦУР 13), сохранение экосистем суши (ЦУР 15), а также мир, правосудие и эффективные институты (ЦУР 16)[444].

По ЦУР 6 зафиксированы значительные темпы роста внедрения ИУВР – с **30%** в 2017 г. до **51%** в 2023 г.; доля трансграничных водных бассейнов, охваченных действующими договоренностями о сотрудничестве в области водопользования, составила **63,4%**. При этом доля речных водоемов с хорошим качеством воды сократилась с **72,5%** в 2020 г. до **48,9%** в 2023 г.

В феврале 2023 г. была официально принята Стратегия достижения углеродной нейтральности Республики Казахстан до 2060 г. На COP28 Казахстан также присоединился к Глобальной инициативе по сокращению выбросов метана, подтвердив свои обязательства по вкладу в глобальные усилия по сокращению этих выбросов. Утвержден[445] обновленный Определяемый на национальном уровне вклад (ОНУВ) в глобальное реагирование на изменение климата, согласно которому страна обязалась к 2030 г. снизить выбросы ПГ на **25%** и достичь условный целевой показатель сокращения выбросов на **25%** по отношению к базовому уровню 1990 г. (ЦУР 7 и 13).

Средняя доля важных для пресноводного биоразнообразия объектов, входящих в охраняемые территории (ЦУР 15), увеличилась с **8,4%** в 2000 г. до **20,5%** в 2023 г., а средняя доля важных с точки зрения биоразнообразия районов суши и находящихся под охраной, выросла с **8,9%** в 2000 г. до **28,5%** в 2023 г.

Кыргызская Республика[446]. В рейтинге «Индекс ЦУР 2023» Кыргызстан занял 48-е место среди 166 стран, его статистический индекс результативности составил **74,19** балла, что является наиболее высоким показателем по ЦА. Положительная динамика сохраняется по ЦУР 4 (качественное образование), ЦУР 11 (устойчивые города и населенные пункты) и ЦУР 13 (борьба с изменением климата).

Доля населения, пользующегося безопасными услугами питьевого водоснабжения, составила **95,37%**; доля безопасно очищаемых бытовых и промышленных сточных вод сохраняется с 2021 г. на уровне около **97%** (ЦУР 6). В 2023 г. республика показала умеренно-низкую (38%) степень внедрения ИУВР. Доля трансграничных водных бассейнов, охваченных действующими договоренностями о сотрудничестве в области водопользования, составила **39%**.

По ЦУР 7 доля населения, имеющего доступ к электроэнергии, увеличилась с **70,82 %** в 2021 г. до **73,21%** в 2023 г., в т.ч. доля населения, использующего в основном чистые виды топлива и технологии, составила **19,93%**.

Для сохранения экосистем суши в Республике создана сеть особо охраняемых природных территорий общей площадью **7,38%** от всей площади страны. Сеть включает 10 государственных природных заповедников, 13 государственных природных парков и 64 заказника (ЦУР 15).

Республика Таджикистан. В рейтинге «Индекс ЦУР 2023» Таджикистан занял 89-е место среди 166 стран, набрав 68,09 балла. Таджикистан находится на пути к достижению ЦУР 1 (ликвидация нищеты) и ЦУР 10 (уменьшение неравенства). Значительный прогресс достигнут по ЦУР 16 (мир, правосудие и эффективные институты) и ЦУР 11 (устойчивые города и населенные пункты).

Относительно умеренный сдвиг наблюдается в достижении других ЦУР, включая доступ к чистой воде и санитарии (ЦУР 6), недорогостоящую и чистую энергию (ЦУР 7) и борьбу с изменением климата (ЦУР 13). Так, в настоящее время **98%** электроэнергии в Таджикистане вырабатывается на гидроэлектростанциях. Страна занимает шестое место в мире по количеству зеленой энергии, и после завершения строительства Рогунской ГЭС поднимется на четвертую позицию. Таджикистан также входит в число стран с практически нулевым вкладом в выбросы парниковых газов.

Степень внедрения ИУВР в Таджикистане составляет **54%**.

Средняя доля ключевых охраняемых пресноводных экосистем (ЦУР15) выросла с **27,9%** в 2000 г. до **30,5%** в 2023 г.

Туркменистан[447]. В рейтинге «Индекс ЦУР 2023» Туркменистан занял 94-е место среди 166 стран, набрав 67,13 балла. Туркменистан достиг ЦУР 1 (ликвидация нищеты).

Отмечается высокий уровень интеграции задач ЦУР в стратегии, программы и планы действий страны – **85%**. Например, национальная стратегия Туркменистана по изменению климата и нацио-

[443] https://kazakhstan.un.org/ru/sdgs
[444] https://halykfinance.kz/download/files/analytics/AC_UN_report_.pdf
[445] постановлением Правительства от 19 апреля 2023 г. №313
[446] https://sustainabledevelopment-kyrgyzstan.github.io/
[447] https://sdg.stat.gov.tm/ru/

нальная программа действий по борьбе с опустыниванием (НПДБО) нацелены на повышение эффективности мер по смягчению последствий изменения климата (ЦУР 13). ОНУВ Туркменистана[448] предусматривает сокращение выбросов парниковых газов на **20%** в 2030 г. относительно уровня выбросов 2010 г.

В 2023 г. доля внедрения ИУВР (ЦУР 6) составила **68%**, а доля трансграничных бассейнов рек и озер, охваченных действующими договоренностями о сотрудничестве в области водопользования – **66,02%**. Показатели безопасно очищенных сточных вод снизились с **57,4%** в 2022 г. до **48,7%** в 2023 г.

В 2022 г. наблюдался спад в переходе на неистощительное лесопользование, который продолжился в 2023 г. (с **34,78 тыс.га** в 2021 г. до **3,4 тыс.га** в 2023 г.). Доля деградировавших земель по отношению к общей площади суши составила **17,7%** (ЦУР 15).

Республика Узбекистан[449]. В рейтинге «Индекс ЦУР 2023» Узбекистан занял 69-е место среди 166 стран, набрав 71,1 балла. По сравнению с 2022 г. страна улучшила свои позиции на восемь строчек.

По данным Института мировых ресурсов, Узбекистан, заняв 25-е место в рейтинге 164 стран мира, отнесен к странам с высоким уровнем водного стресса. Уровень нагрузки на водные ресурсы в стране обусловлен использованием 169% собственных запасов пресной воды. Обеспечение питьевой водой в Узбекистане осуществляется за счет расширения доступа населения к централизованному водоснабжению. Доля населения, обеспеченного услугами водоснабжения с соблюдением требований безопасности (ЦУР 6), возросла до **99,8%**. Доля трансграничных водных бассейнов, охваченных действующими договоренностями о сотрудничестве в области водопользования, составляет **70%**, а степень внедрения ИУВР – **64%**.

По данным ПРООН, согласованность глобальных Целей устойчивого развития с национальным стратегическим планированием развития в Узбекистане составляет **79%**. Наименьшая интеграция наблюдается по ЦУР 13 – **60%**.

В соответствии с Концепцией развития лесного хозяйства Республики Узбекистан до 2030 г. приняты масштабные меры по созданию защитных лесных насаждений на осушенном дне Аральского моря (ЦУР 15). Только в период с 2019 по 2023 гг. инициативой охвачено более 1,7 млн га. Площадь лесов от общей площади суши Узбекистана возросла с **8,6%** (2019 г.) до **10,6%** (2023 г.).

Сильная зависимость Узбекистана от природного газа продолжает создавать риски для энергетической безопасности, усугубляемые истощением добычи газа и ростом чистого импорта (ЦУР 7).

12.3. Всемирный день экологического долга в 2023 году

Каждый год отмечается дата, когда мир исчерпал весь объем возобновляемых ресурсов, который планета способна была воспроизвести за год. День экологического долга в 2023 г. пришелся на **2 августа**. Это означает, что в действительности человечество потребляет на 75% больше, чем могут восстановить экосистемы планеты. Начиная с этого дня и до конца года, планета будет функционировать в условиях экологического дефицита.

День экологического долга может быть рассчитан отдельно для каждой страны на основе показателя экологического следа путем сопоставления спроса населения и биопотенциала страны.

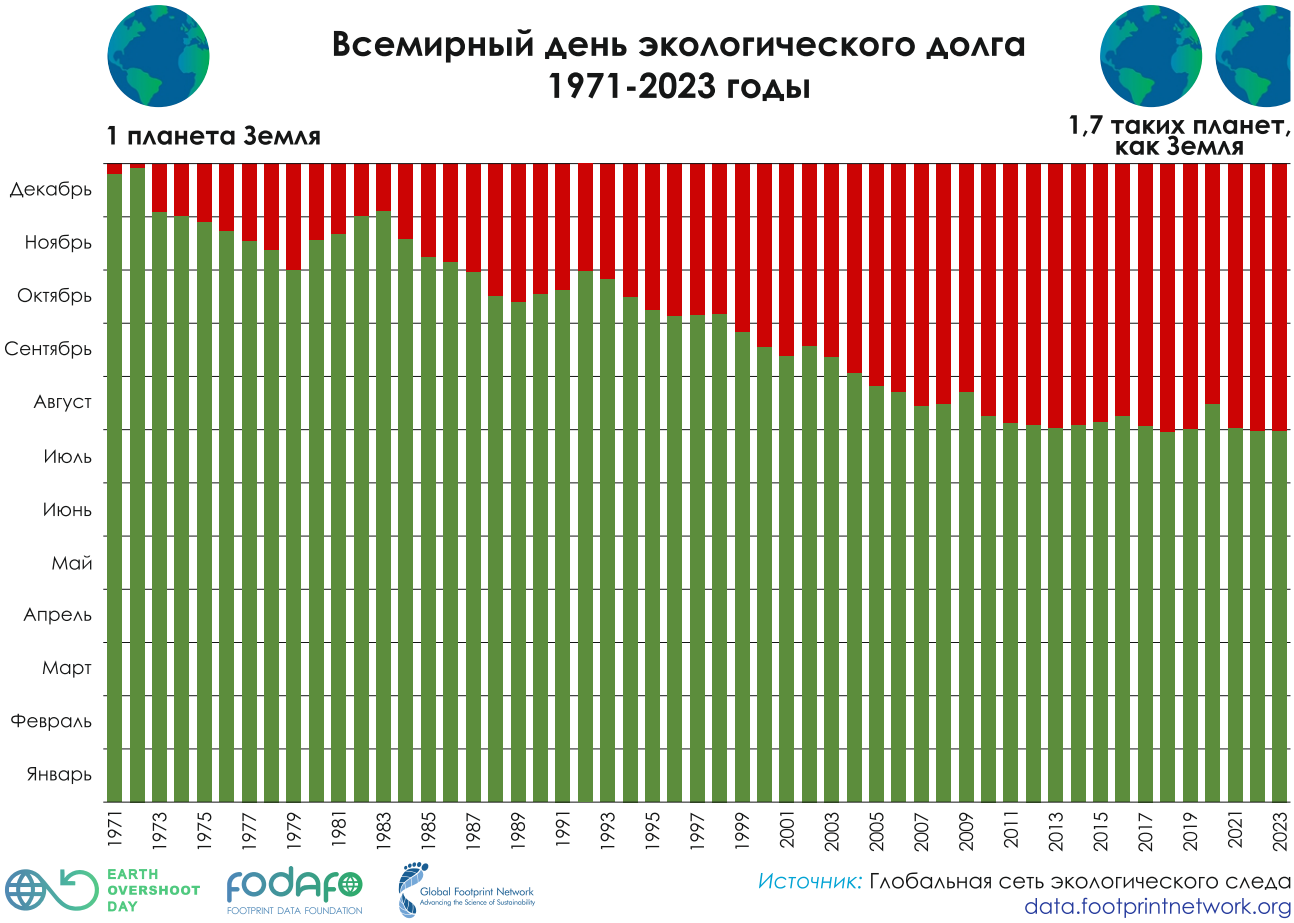
В масштабах планеты уменьшение экологического следа, в первую очередь, связано с сохранением и восстановлением экосистем. Например, если предотвратить продовольственные отходы и пищевые потери, отдавать предпочтение растительной пище и выбирать продукты, выращенные с применением агроэкологических и регенеративных методов, то можно сдвинуть день экологического долга на **32 дня**. А если сократить глобальное потребление мяса на 50% и заменить эти калории вегетарианской диетой, дата сдвинется на **17 дней** (включая 10 дней за счет сокращения выбросов метана), так как половина биопотенциала Земли используется для того, чтобы прокормить человечество. Восстановление 350 млн га леса сдвинет дату на **8 дней**.

Если сократить объем автотранспортного движения на 50% по всему миру и предположить, что треть автомобильных пробегов будет заменена общественным транспортом, а остальное – велосипедными и пешими прогулками, то День сдвинется на **13 дней**.

Сократив углеродно-составляющий экологический след человечества, дата сдвинется на **93 дня** (или более чем на три месяца). Существующие готовые коммерческие энергосберегающие технологии для зданий, промышленных процессов и производства электроэнергии могут сдвинуть день перерасхода энергии как минимум на **21 день** без снижения работоспособности и комфорта.

По прогнозам ООН, к 2100 г. на Земле будет проживать от 7,3 до 15,6 млрд человек. Избегая вопроса о демографии, невозможно решить одну из наиболее существенных причин растущих потребностей человечества в ресурсах планеты. Если бы в каждой второй семье было на одного ребенка меньше, а рождение детей откладывалось бы на два года, то к 2050 г. дата сдвинется на **49 дней**.

[448] представлен Секретариату РКИК ООН в мае 2022 г.
[449] https://nsdg.stat.uz/


Всемирный день экологического долга
1971-2023 годы
1 планета Земля
1,7 таких планет, как Земля
Декабрь
Ноябрь
Октябрь
Сентябрь
Август
Июль
Июнь
Май
Апрель
Март
Февраль
Январь
1971
1973
1975
1977
1979
1981
1983
1985
1987
1989
1991
1993
1995
1997
1999
2001
2003
2005
2007
2009
2011
2013
2015
2017
2019
2021
2023
EARTH OVERSHOOT DAY
FOOTPRINT DATA FOUNDATION
Global Footprint Network
Advancing the Science of Sustainability
Источник: Глобальная сеть экологического следа
data.footprintnetwork.org

День экологического долга 2023
Если бы все люди жили также, как...
2023
ДЕК
ЯНВ
ФЕВ
МАРТ
АПР
МАЙ
ИЮНЬ
ИЮЛЬ
АВГ
СЕН
ОКТ
НОЯ
Дек 20 | Ямайка
Дек 6 | Эквадор
Дек 3 | Индонезия
Ноя 25 | Куба
Ноя 24 | Ирак
Ноя 14 | Гватемала
Ноя 11 | Египет
Ноя 8 | Колумбия
Окт 12 | Сальвадор
Окт 11 | Узбекистан
Сен 12 | Вьетнам
Сен 4 | Алжир
Сен 3 | Перу, Таиланд
Авг 31 | Мексика
Авг 30 | Венесуэла
Авг 27 | Украина
Авг 25 | Коста-Рика
Авг 19 | Намибия
Авг 12 | Бразилия
Июль 17 | Панама
Июль 8 | Парагвай
Июль 5 | Боливия
Июнь 27 | Иран
Июнь 24 | Аргентина
Июнь 22 | Турция
Июнь 11 | Румыния
Июнь 2 | Китай
Июнь 1 | ЮАР
Май 30 | Венгрия
Май 29 | Хорватия
Май 21 | Греция
Май 19 | Великобритания
Май 17 | Черногория
Май 15 | Багамы, Чили, Италия
Май 13 | Швейцария
Май 12 | Испания, Беларусь
Май 7 | Португалия
Май 6 | Япония
Май 5 | Франция*
Май 4 | Германия, Израиль
Апр 27 | Казахстан
Апр 21 | Ирландия
Апр 19 | Новая Зеландия, Россия
Апр 18 | Словения
Апр 12 | Чехия, Нидерланды, Норвегия
Апр 6 | Австрия
Апр 3 | Швеция
Апр 2 | Республика Корея
Март 31 | Финляндия
Март 28 | Дания
Март 26 | Бельгия
Март 23 | Австралия
Март 13 | Канада, ОАЭ, США
Фев 14 | Люксембург
Фев 10 | Катар
EARTH OVERSHOOT DAY
Полный список стран: overshootday.org/country-overshoot-days
Источник: National Footprint and Biocapacity Accounts, 2022 Edition
data.footprintnetwork.org
Global Footprint Network
Advancing the Science of Sustainability

12.4. Искусственный интеллект и управление водными ресурсами

Обзор подготовлен М.Валиевой, Д.Р.Зиганшиной (НИЦ МКВК)

2023 год запомнится многим из нас как год знакомства с искусственным интеллектом (ИИ), с тем, как он работает, каково его влияние (положительное и отрицательное) и как его использовать в повседневной деятельности. Этому, в частности, способствовал запуск в конце 2022 г. чат-бота ChatGPT[450], который способен отвечать на вопросы и генерировать тексты по различным предметным областям на разных языках.

Многие рейтинги обозначили развитие ИИ в качестве одного из ключевых событий года наряду с крупнейшими геополитическими всплесками[451].

Крупные консалтинговые компании и университеты[452] опубликовали результаты исследований, посвященные воздействию ИИ на экономику и различные сферы жизни[453], а международные новостные агентства освещали как возможности, так и риски, связанные с этой технологией.

В данном обзоре мы рассмотрим, как технологии ИИ могут быть применены для управления водными ресурсами, и каковы его возможные риски.

Искусственный интеллект: основные понятия

Искусственный интеллект – это способность компьютерных систем выполнять творческие функции, которые традиционно считаются прерогативой человека.

Конкретные приложения ИИ включают различные экспертные системы, обработку информации на разных языках, распознавание речи, системы, используемые для финансовой торговли. Две важные концепции, которые часто упоминаются в контексте ИИ, – это машинное обучение и компьютерное зрение.

Машинное обучение – это направление ИИ, сосредоточенное на создании систем, которые обучаются и развиваются на основе получаемых ими данных[454]. Одним из самых известных методов машинного обучения является искусственная нейронная сеть (ИНС), которая работает, имитируя биологические нейронные сети, существующие в человеческом мозге. ИНС обучаются на представленных тренировочных данных[455], чтобы уловить функциональные связи между ними, даже если основные связи неизвестны или физический смысл трудно объяснить. Это позволяет ИНС обнаруживать закономерности в данных, зачастую неизвестных даже лучшим экспертам в этой области[456].

Компьютерное зрение (Computer Vision) – это область ИИ, связанная с анализом изображений и видео; включает набор методов, которые наделяют компьютер способностью интерпретации и понимания цифровых изображений и видео. Примеры приложений компьютерного зрения включают системы распознавания лиц, медицинскую диагностику и беспилотные автомобили[457].

ChatGPT (от англ. *Generative Pre-trained Transformer* – «генеративный предварительно обученный трансформер») – чат-бот с генеративным искусственным интеллектом, способный работать в диалоговом режиме, поддерживать запросы на разных языках. Важной особенностью является возможность генерации по запросу программ на различных языках программирования[458].

Интернет вещей (IoT) – концепция сети передачи данных между физическими объектами, оснащенными встроенными средствами и технологиями, для взаимодействия друг с другом или с внешней средой.

[450] разработан компанией OpenAI

[451] Council on Foreign Relations (2023), *Ten most significant world events of 2023*. URL: https://www.cfr.org/blog/ten-most-significant-world-events-2023

[452] Stanford Human-Centered AI Institute (2023), *13 biggest AI stories of 2023*. URL: https://hai.stanford.edu/news/13-biggest-ai-stories-2023

[453] Hatzius J.,Briggs, J., Kodnani, A., Pierdomenico G. (2023), *The potentially large effects of artificial intelligence on economic growth*, URL: https://www.key4biz.it/wp-content/uploads/2023/03/Global-Economics-Analyst_-The-Potentially-Large-Effects-of-Artificial-Intelligence-on-Economic-Growth-Briggs_Kodnani.pdf

[454] Oracle. (n.d.). *Что такое машинное обучение?* URL: https://www.oracle.com/cis/artificial-intelligence/machine-learning/what-is-machine-learning/

[455] Тренировочные или обучающие данные (Training Data) используются в машинном обучении в связке с проверочными (Validation Data) и тестовыми (Testing Data). На их основе модель учится обрабатывать информацию

[456] International Water Association (2020), *Digital Water. Artificial Intelligence: Solutions for the Water Sector*. URL: https://iwa-network.org/wp-content/uploads/2020/08/IWA_2020_Artificial_Intelligence_SCREEN.pdf

[457] International Water Association (2020), *Digital Water. Artificial Intelligence: Solutions for the Water Sector*. URL: https://iwa-network.org/wp-content/uploads/2020/08/IWA_2020_Artificial_Intelligence_SCREEN.pdf

[458] Wikipedia contributors (2024), *ChatGPT*, URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/ChatGPT

Небольшое отступление

Термин «искусственный интеллект» – ИИ – (AI – artificial intelligence) был предложен в 1956 г. на семинаре с аналогичным названием в Дартсмутском колледже (США). Семинар был посвящен разработке методов решения логических, а не вычислительных задач. В английском языке данное словосочетание не имеет той слегка фантастической антропоморфной окраски, которую оно приобрело в довольно неудачном русском переводе. Слово intelligence означает «умение рассуждать разумно», а вовсе не «интеллект», для которого есть термин intellect.

Вскоре после признания искусственного интеллекта отдельной областью науки произошло разделение его на два направления: нейрокибернетика и «кибернетика черного ящика». Эти направления развиваются практически независимо, существенно различаясь как в методологии, так и в технологии.

(Цитируется по: Т.Гаврилова, В.Хорошевский. Базы знаний интеллектуальных систем. СПб: Питер, 2000 г. - 384 с.)

Общие тенденции развития ИИ в 2023 году

Последний ежегодный глобальный опрос McKinsey о состоянии ИИ подтверждает резкий рост использования инструментов генеративного ИИ (GenAI). Менее чем через год после появления большинства этих инструментов треть респондентов заявили, что их организации регулярно применяют GenAI хотя бы в одной бизнес-функции. На фоне недавних достижений ИИ превратился из темы, предназначенной для технических сотрудников, в фокус внимания руководителей компаний: почти четверть из них заявляют о личном использовании инструментов ИИ для работы. Более того, 40% респондентов говорят, что их организации в целом увеличат инвестиции в ИИ[459].

Согласно BBC[460], многие сотрудники используют ИИ для решения административных задач, например, при написании простых текстов и формировании идей, что позволяет экономить время и высвободить работников для выполнения творческих, более сложных задач[461].

Согласно прогнозам, ИИ может как создать миллионы новых рабочих мест, так и оставить многих без работы. В докладе Всемирного экономического форума «Будущее рабочих мест за 2023 год» говорится, что профессии в области ИИ, машинного обучения, цифровой трансформации и аналитики данных являются одними из самых востребованных. Однако ИИ не способен заменить все профессии, особенно те, что требуют здравого смысла, креативности, физической ловкости и эмоционального интеллекта[462].

В повседневной жизни ИИ стал неотъемлемой частью, помогая в работе виртуальными помощниками (Siri, Alexa, Алиса), рекомендациями и информацией поисковых и развлекательных платформ (Netflix, Spotify, Яндекс) и другими. В здравоохранении ИИ используется для точной диагностики и персонализированного лечения, в цифровой рекламе и финансовой безопасности – способствует тар-

Быстрорастущие и быстро сокращающиеся профессии

WORLD ECONOMIC FORUM

Топ-10 самых быстрорастущих рабочих мест

1.	Специалисты по искусственному интеллекту и машинному обучению
2.	Специалисты по устойчивому развитию
3.	Бизнес аналитики
4.	Аналитики в области информационной безопасности
5.	Инженеры в области финансовых технологий
6.	Специалисты по обработке и анализу данных
7.	Инженеры-робототехники
8.	Специалисты по обработке больших данных
9.	Операторы сельскохозяйственной техники
10.	Специалисты по цифровой трансформации

Топ-10 быстро сокращающихся рабочих мест

1.	Банковские кассиры и связанные служащие
2.	Служащие почтовой службы
3.	Кассиры и продавцы билетов
4.	Операторы ввода данных
5.	Административные и исполнительные секретари
6.	Специалисты по учету материалов и складскому учету
7.	Бухгалтерские работники
8.	Законодатели и должностные лица
9.	Специалисты по статистике, финансам и страхованию
10.	Коммивояжеры, продавцы газет и уличные торговцы и другие аналогичные работники

Примечание
Рабочие места, которые, по мнению респондентов, будут расти быстрее всего в период с 2023 по 2027 год, в процентном соотношении к нынешним показателям занятости

Источник
World Economic Forum, Future of Jobs Report 2023

[459] McKinsey & Company (2023), *The state of AI in 2023: Generative AI's breakout year.*
URL: https://www.mckinsey.com/capabilities/quantumblack/our-insights/the-state-of-ai-in-2023-generative-ais-breakout-year#/

[460] British Broadcasting Corporation (BBC)

[461] BBC (2023), *Panic and possibility: What workers learned about AI in 2023.*
URL: https://www.bbc.com/worklife/article/20231219-panic-and-possibility-what-workers-learned-about-ai-in-2023

[462] World Economic Forum (2023), *Everything you need to know about AI in 2023: the 6 must-read blogs.*
URL: https://www.weforum.org/agenda/2023/11/ai-2023-governance-summit/

гетированию рекламы и выявлению мошенничества, в автомобильной промышленности – поддерживает разработку автономных транспортных средств, что может повысить безопасность и эффективность перевозок. При правильном оформлении запросов ИИ эффективен в создании программ обучения, выборе модели преподавания и подготовке учебных материалов.

Применение ИИ в водном секторе

Возможности для использования ИИ в водном секторе огромны. Ниже приводятся некоторые, наиболее привлекательные, стороны его применения в области мониторинга и анализа данных:

- ***Управление спросом на воду.*** ИИ способен выявлять скрытые тенденции в больших объемах данных, что позволяет коммунальным службам прогнозировать спрос, оптимизировать подачу воды в течение дня, сократить бесполезный расход воды и эффективно удовлетворять потребность в ней. Алгоритмы машинного обучения могут анализировать данные в реальном времени, регулируя расход и давление воды для поддержания постоянной подачи и минимизации потерь во время ремонтов. Модели ИИ, обученные учитывать погодные условия, сезонность и другие факторы, могут выявлять масштабные проблемы в водопользовании и помогать в принятии решений по инфраструктуре, инвестициям и ресурсам. Примером является Сингапур, где интеллектуальные системы управления водными ресурсами используют ИИ для прогнозирования спроса на воду и оптимизации поставок.

- ***Прогнозирование погоды и климата.*** Модели управления водными ресурсами на основе ИИ и данных из интернета могут анализировать разрозненные данные для оценки климатических рисков и разработки адаптивных стратегий водоснабжения. ИИ используется для создания прогнозных моделей, предсказывающих доступность водных ресурсов на основе сценариев изменения климата. Эти модели могут иметь широкий спектр данных, включая ретроспективные погодные паттерны, текущие климатические тенденции и прогнозы будущих изменений климата. Анализируя эти данные, ИИ может предоставить ценную информацию о влиянии изменения климата на доступность воды в будущем. Исследования Стэнфордского университета продемонстрировали потенциал ИИ в прогнозировании пополнения подземных вод. В этих исследованиях модель ИИ смогла предсказать скорость пополнения подземных вод с высокой точностью[463].

Исследователи компаний Nvidia и Google начали разработку крупных моделей ИИ, известных как фундаментальные модели для прогнозирования погоды. Модели способны предоставлять более точные прогнозы по сравнению с существующими числовыми моделями и имеют более низкую вычислительную стоимость[464]. Некоторые из этих моделей могут предсказывать погоду на срок более семи дней, что открывает новые горизонты для ученых[465]. Развиваются методы оценки интенсивности осадков по видеопотокам, полученным со смартфонов или камер наблюдения, нетрадиционным источникам данных на основе Интернета вещей. Технологические достижения в области обработки изображений и компьютерного зрения позволяют извлекать разнообразные характеристики, включая выявление полос дождя, что позволяет мгновенно оценить интенсивность осадков (Allamano et al, 2015). Современные подходы к ИИ и машинному обучению основаны на использовании автокодировщиков, глубокого обучения[466] сверхточных нейронных сетей[467] для решения этих задач. Такие компании, как WaterView (Италия), Институт гидроинформатики (Сингапур), а также университеты, включая Южный университет науки и технологий Китая (Шэньчжэнь), предложили и внедрили практические решения для борьбы с опасными погодными явлениями в сферах энергетики, автомобилестроения и умных городов (Jiant et al. др, 2019)[468].

- **Прогнозирование и смягчение потенциальных рисков, связанных с водой.** Наводнения представляют собой постоянную угрозу для многих городов и населенных пунктов. ИИ можно использовать для анализа данных о погоде и уровне воды, а также для прогнозирования вероятности наводнений. Это позволяет местным властям принять превентивные меры и эвакуировать людей из зон повышенного риска. IBM[469] использует ИИ для создания инструментов прогнозной аналитики[470] и опти-

[463] David Cain (2023), *Water Management enhanced by AI*.
URL: https://www.linkedin.com/pulse/making-splash-how-ai-diving-water-management-david-cain/

[464] вычислительная стоимость относится к общему количеству времени и ресурсов, необходимых для обработки и передачи данных в вычислительном приложении

[465] национальное информационное агентство «Экология» (2024), *Искусственный интеллект революционизирует прогнозирование погоды*. URL: https://nia.eco/2024/07/10/86258/

[466] Deep learning (глубокое обучение) – это вид машинного обучения с использованием многослойных нейронных сетей, которые самообучаются на большом наборе данных

[467] сверточные нейронные сети (Convolutional Neural Networks, CNN) – класс алгоритмов машинного обучения. С их помощью удается достичь впечатляющих результатов в области распознавания образов, классификации изображений, а также обработки и анализа видеоданных

[468] International Water Association (2020), *Digital Water. Artificial Intelligence: Solutions for the Water Sector*.
URL: https://iwa-network.org/wp-content/uploads/2020/08/IWA_2020_Artificial_Intelligence_SCREEN.pdf

[469] International Business Machines – американская компания со штаб-квартирой в Армонке. Один из крупнейших в мире производителей и поставщиков аппаратного и программного обеспечения, а также IT-сервисов и консалтинговых услуг

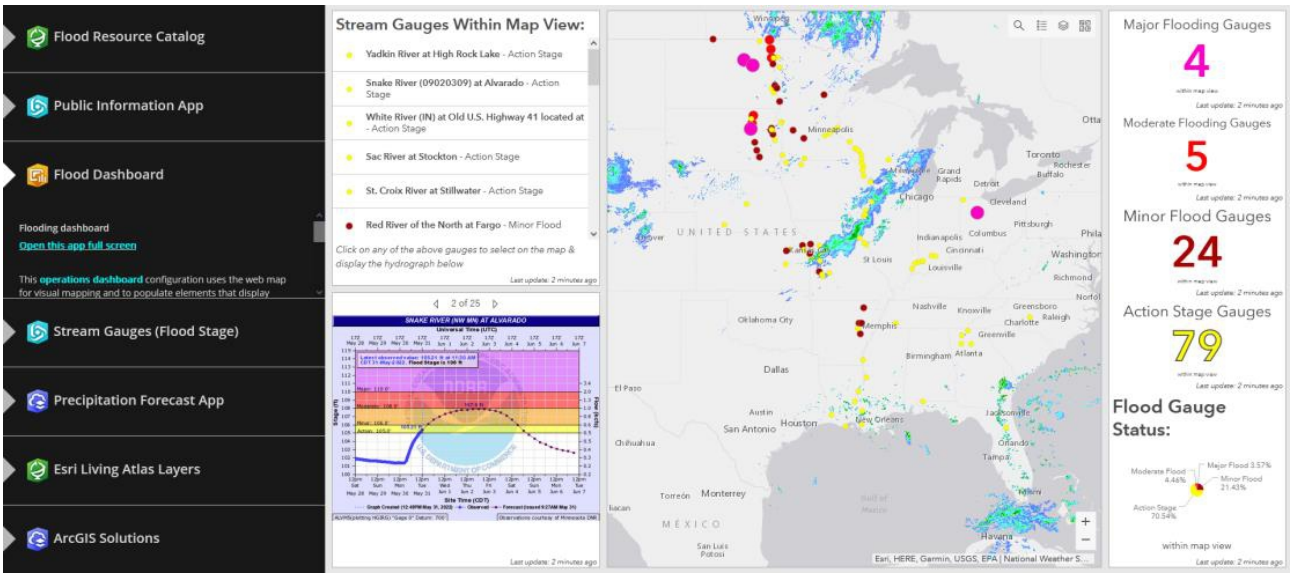
[470] прогнозная (она же предиктивная) аналитика – это одна из областей анализа данных, которая сфокусирована на прогнозировании будущих событий на основе ретроспективных данных

мизации управления водными ресурсами. Их решения помогают городам и промышленным предприятиям эффективно управлять водными ресурсами.

Сербская компания Vodena разрабатывает инновационное решение VodostAI для борьбы с наводнениями на Западных Балканах, ущерб от которого в 2023 г. составил €300 млн, а пострадало более одного миллиона человек. Платформа VodostAI использует ИИ и Интернет вещей для постоянного мониторинга и обновления моделей на основе новых данных. Компания Vodena автоматизирует сбор данных с помощью интеллектуальных датчиков и алгоритмов машинного обучения, что позволяет прогнозировать уровень воды и своевременно информировать[471].

В 2018 г. Google запустил в Индии, часто страдающей от сильных наводнений, систему прогнозирования наводнений на базе ИИ. Система использует комбинацию машинного обучения, гидрологических моделей и самых последних данных о погоде для прогнозирования районов, подверженных риску затопления. Согласно новостному сообщению "The Times of India", система успешно обеспечивает своевременные и точные оповещения об угрозах наводнений, тем самым позволяя местным сообществам принимать необходимые меры предосторожности и потенциально спасать бесчисленное количество жизней[472].

Интерактивная веб-карта, на которой представлены текущие и будущие угрозы наводнений



Источник: Sakti Prajna Mahardhika and Okkie Putriani (2023), IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 1195 012056.
URL: https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/1195/1/012056/pdf

■ ***Оптимизация водопотребления.*** Подход основан на концепции автоматизированного анализа данных. Платформа компании Plutoshift, использующая ИИ, собирает данные из различных источников, а затем обрабатывает их, применяя алгоритмы машинного обучения, с целью получения информации для оптимизации использования воды в режиме реального времени. Платформа может выявлять закономерности и тенденции, которые трудно заметить человеку, и прогнозировать будущее потребление воды на основе ретроспективных данных с учетом текущей ситуации. Оптимизируя использование воды, предприятия могут значительно сократить свои эксплуатационные расходы. Например, компания по производству напитков, используя платформу компании Plutoshift, смогла сэкономить $140 тыс. в год[473].

■ ***Оптимизация ирригационных систем.*** Системы орошения, управляемые ИИ, для оптимизации использования водных ресурсов используют данные о погодных условиях, уровне влажности почвы и требования к урожаю. Такие системы гарантируют, что сельскохозяйственные культуры получат необходимое количество воды в требуемые сроки, что сокращает потери и повышает урожайность. В качестве примера могут быть приведены ирригационные системы Netafim на базе

[471] Aquatech Trade (2024), *Essential Guide: How AI is used in the water sector.*
URL: https://www.aquatechtrade.com/news/digital-solutions/essential-guide-ai-and-water#:~:text=just%20a%20few%3A-,%22AI%20helps%20us%20to%20make%20faster%20decisions%20using%20the%20full,networks%2C%20facilitating%20the%20detection%20of

[472] David Cain (2023), *Water Management enhanced by AI.*
URL: https://www.linkedin.com/pulse/making-splash-how-ai-diving-water-management-david-cain/

[473] David Cain (2023), *Water Management enhanced by AI.*
URL: https://www.linkedin.com/pulse/making-splash-how-ai-diving-water-management-david-cain/

ИИ. Среди экономических преимуществ интеллектуальных систем орошения можно отметить значительную экономию средств за счет снижения уровня потребления воды и электроэнергии. Хотя первоначальные инвестиции в такие системы могут быть значительными, они окупаются в течение одного-трех лет за счет экономии воды, снижения затрат на рабочую силу и повышения урожайности. Более того, за счет повышения плодородия почв и обеспечения экологической устойчивости достигаются также и долгосрочные выгоды[474].

■ ***Повышение эффективности водоснабжения.*** Как отмечено в техническом документе «Отчет о тенденциях в области водных технологий 2023», модели ИИ можно использовать для оптимизации водоснабжения, минимизации затрат, сокращения потерь воды и повышения энергоэффективности инфраструктуры. Это может помочь снизить затраты на эксплуатацию и техническое обслуживание, а также улучшить доступ к чистой воде.

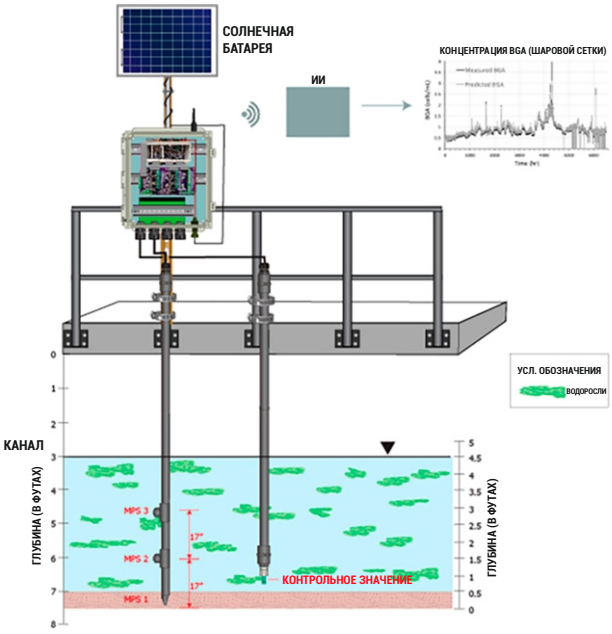
Решение WaterScope на базе ИИ обнаруживает утечки в муниципальных системах водоснабжения и выдает оповещения в режиме реального времени для предотвращения утечек воды. Siemens использует ИИ и Интернет вещей для предоставления цифровых решений, которые улучшают управление водными ресурсами и повышают эффективность работы. Компания Fracta использовала возможности ИИ для совершенствования методов обнаружения и устранения потерь в водохозяйственной инфраструктуре. Компания использует машинное обучение для прогнозирования вероятности выхода из строя труб в системах водоснабжения. Система ИИ обрабатывает обширный массив данных, включая материал труб, возраст, диаметр и ретроспективные данные об утечках. Затем к этим данным применяются алгоритмы машинного обучения, чтобы предсказать, где наиболее вероятны утечки. Данный метод прогнозирования утечек был применен на практике и показал отличные результаты. Так, система обнаружения утечек на основе ИИ компании Fracta была внедрена Департаментом водных ресурсов города Мерфрисборо (штат Теннесси, США) и выявила потенциальные утечки с точностью до 69%, что намного превысило отраслевой стандарт. Прогнозируя места вероятных утечек, система позволяет проводить упреждающее техническое обслуживание, тем самым предотвращая дорогостоящие и разрушительные поломки водопровода[475].

■ ***Выявления аномалий в росте культур.*** Процесс включает указания на проблемы с орошением и принятие своевременных корректирующих мер. При планировании посевов ИИ анализирует данные о параметрах, связанных с выбором культуры, что позволяет оптимально подбирать культуры и разрабатывать прогнозные модели для будущего водоснабжения. Это способствует созданию устойчивых сельскохозяйственных систем, адаптированных к условиям обеспечения водой.

■ ***Мониторинг качества воды.*** Нидерланды, известные своими инновационными стратегиями управления водными ресурсами, находятся в авангарде интеграции ИИ в мониторинг качества воды. Одним из наиболее заметных проектов в этом отношении является инициатива «ИИ для качества воды» (AI4WQ), реализуемый совместно органами водоснабжения, исследовательскими институтами и технологическими компаниями. Проект AI4WQ использует алгоритмы ИИ для обработки массива данных, собранных с различных датчиков, установленных в водоемах по всей территории Нидерландов, по температуре, pH, мутности, содержанию различных химических и биологических веществ в режиме реального времени, выявляя закономерности и тенденции, которые могут указывать на изменения качества воды[476].

Агентство по охране окружающей среды США (EPA) также использует ИИ для мониторинга

Мониторинг и прогнозирование качества воды в режиме реального времени



Источник: Hesam Kamyab, Tayebeh Khademi, Shreeshivadasan Chelliapan, Morteza Saberi Kamarposhti, Shahabaldin Rezania, Mohammad Yusuf, Mohammad Farajnezhad, Mohamed Abbasi, Byong Hun Jeon, Yongtae Ahn (2023). The latest innovative avenues for the utilization of artificial Intelligence and big data analytics in water resource management.
Results in Engineering 20 (2023) 101566

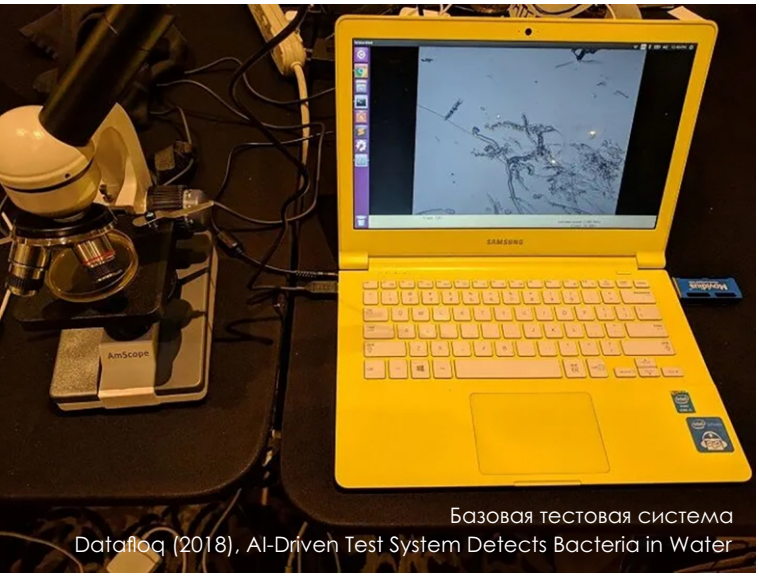
[474] перевод с английского Nichols, J. (2024), *Economic Benefits of IoT-Driven Smart Irrigation Systems. Smart Water Magazine*.
URL: https://smartwatermagazine.com/blogs/justin-nichols/economic-benefits-iot-driven-smart-irrigation-systems
[475] David Cain (2023), *Water Management enhanced by AI*.
URL: https://www.linkedin.com/pulse/making-splash-how-ai-diving-water-management-david-cain/
[476] David Cain (2023), *Water Management enhanced by AI*.
URL: https://www.linkedin.com/pulse/making-splash-how-ai-diving-water-management-david-cain/

качества воды и обнаружения загрязняющих веществ в режиме реального времени. Hitachi использует ИИ для предоставления передовых решений по управлению водными ресурсами, включая прогнозируемое техническое обслуживание и оптимизацию сетей распределения воды.

Разработанная Питером Ма из Intel тестовая система, использующая методы ИИ для обнаружения бактерий в воде, включает цифровой микроскоп, подключенный к портативному компьютеру с ОС Ubuntu и нейрокомпьютеру Intel Movidius, что обеспечивает автономный анализ и картографирование зон загрязнения в реальном времени.

Эта платформа, основанная на процессорах Intel Xeon, предназначена для глубокого обучения и вычислительных задач. Питер использовал Intel AI DevCloud для тренировки модели ИИ, а Intel Movidius Neural Compute Stick – для тестирования воды в реальном времени.

Вся тестовая система состоит из доступных компонентов, таких как цифровой микроскоп и недорогие вычислительные устройства, общая стоимость которых может не превышать $500. Сверточная нейронная сеть в основе системы позволяет идентифицировать текущие бактерии, такие как кишечная палочка и холерный вибрион, с возможностью расширения диапазона обнаружения[477].



Базовая тестовая система
Datafloq (2018), AI-Driven Test System Detects Bacteria in Water

ИИ также позволяет обнаружить незарегистрированное канцерогенное загрязнение по всему миру. Китайские ученые разработали новую платформу для обнаружения и точной идентификации неизвестных ПФАС (перфторалкильных и полифторалкильных веществ) в окружающей среде. Платформа использует усовершенствованный инструмент молекулярного скрининга с машинным обучением и позволила обнаружить 733 ПФАС в сточных водах, из которых 17 групп были ранее неизвестны. Также были выявлены 126 ПФАС в образцах из 20 стран, в т.ч. 37 новых и 81 ранее неизвестных. Платформа имеет точность 58,3% и низкий уровень ложноположительных результатов (0,7%), что значительно превосходит другие методы. Это открывает возможности для лучшего управления рисками и изучения воздействия синтетических химических веществ на здоровье и окружающую среду[478].

■ ***Мониторинг качества воздуха.*** ИИ можно использовать для мониторинга качества воздуха на водоочистных сооружениях. Это может обнаружить и предотвратить проблемы загрязнения воздуха, которые могут оказать негативное влияние на качество воды.

Помимо фундаментальных исследований и разработок, важно сосредоточиться на практическом применении инноваций, включая создание прототипов, локализацию и вовлеченность пользователей. В этом контексте, развитие технологий ИИ содействуют решению следующих задач [479]:

■ ***Организация неструктурированных данных о Земле и локализация моделей.*** Науки о Земле используют большой объем неупорядоченных и неструктурированных данных: ежедневно собирается более 100 терабайт только спутниковых снимков. Последние исследования и разработки иллюстрируют способность ИИ оптимизировать эти данные. К примеру, "Google Earth Engine", ведущая платформа для изучения Земли, соединяет различные спутниковые снимки и геопространственные данные с аналитическими возможностями. ИИ также способствует развитию наук о Земле, адаптируя глобальные модели к местным условиям, применяя трансферное обучение[480]. Этот метод использует ранее изученную информацию о местности для решения таких задач, как прогнозирование лесных пожаров в конкретных местах. Это особенно важно в регионах с дефицитом данных, поскольку помогает устранить пробелы в информации и оперативно использовать обширные данные наблюдений.

■ ***Упрощение понимания моделей.*** Генеративный ИИ, основанный на больших языковых моделях (LLM), облегчает интерактивное взаимодействие с пользователями данных и упрощает понимание сложных процессов, предоставив GPT-подобный интерфейс, позволяющий пользовате-

[477] Datafloq (2018), *AI-Driven Test System Detects Bacteria in Water.*
URL: https://datafloq.com/read/ai-driven-test-system-detects-bacteria-in-water/

[478] Хайтек+ (2024), *Китайский ИИ обнаружил незарегистрированное канцерогенное загрязнение по всему миру.*
URL: https://hightech.plus/2024/05/28/kitaiskii-ii-obnaruzhil-nezaregistrirovannoe-kancerogennoe-zagryaznenie-po-vsemu-miru

[479] перевод с английского. World Economic Forum (2024), *Post breakthrough: How AI can lift climate research out of the lab and into the real world*. URL: https://www.weforum.org/agenda/2024/05/ai-lift-climate-research-out-lab-and-real-world/

[480] Трансферное обучение (TL) – это метод машинного обучения (МО), при котором модель, предварительно обученная выполнению одной задачи, настраивается для выполнения новой, связанной с предыдущей

лям любого уровня подготовки взаимодействовать с климатическими и гидрологическими данными, соответствующими их потребностям.

■ ***Ускорение этапа создания прототипа при разработке технологии.*** ИИ может сократить цикл разработки глубоких технологий, особенно при создании прототипов, ускоряя внедрение технологий. В области материаловедения ИИ ускоряет процессы открытия и проектирования, что имеет решающее значение для смягчения последствий изменения климата (например, улучшение литий-ионных батарей и солнечных элементов) и адаптации (разработка огнестойких материалов). Традиционные методы, рассчитывающие свойства материалов с нуля, требуют значительных затрат времени, средств и вычислительных ресурсов. До одной трети мировой мощности суперкомпьютеров используется для материаловедения. Сейчас ИИ предсказывает новые свойства материалов без проведения исчерпывающих первоначальных расчетов, изучая взаимосвязь между атомными структурами и их свойствами, предлагая оптимальные конфигурации. Несмотря на то, что эта область еще находится в стадии становления и имеет свои ограничения (например, задокументированные «галлюцинации»[481] в процессе открытия), она обладает значительным потенциалом для инноваций. Например, генеративный ИИ решает обратную задачу проектирования, которая начинается с требуемого свойства (например, устойчивость к экстремальным погодным условиям), и затем предлагает обратную разработку проекта[482].

Риски внедрения ИИ

В настоящее время трудно сказать определенно о последствиях использования ИИ, так как людям свойственно переоценивать краткосрочное воздействие новых технологий и сильно недооценивать их долгосрочные последствия. В целом, эксперты отмечают, следующие риски внедрения ИИ, в т.ч. в водном секторе:

■ ***Объем данных.*** Для эффективного функционирования моделей ИИ требуются большие объемы высококачественных данных, которые не всегда могут быть доступны, особенно в развивающихся странах.

■ ***Ограниченность ИИ.*** Модели ИИ обучены на ограниченных данных, что может привести к средним или недостаточным результатам. Это может помешать инновациям и развитию, поскольку чрезмерная зависимость от ИИ без критического анализа может замедлить прогресс[483]. Легкость в применении новых технологий может отвлечь от ключевых потребностей клиентов и сотрудников. Важно критически оценивать результаты ИИ и избегать ситуации «установи и забудь», которая может привести к утрате опыта и критического подхода[484]. Прогнозы, сделанные с помощью моделей ИИ, не являются непогрешимыми и должны использоваться в сочетании с другими формами анализа и экспертными оценками.

■ ***Ответственность за ИИ.*** Дэниел Кайли из HWL Ebsworth Lawyers подчеркивает важность поддержания ответственности при использовании ИИ. Организации должны обеспечивать надлежащую функциональность инструментов и принимать ответственность за результаты их применения. Использование ИИ должно быть оправданным, важно избегать перекладывания вины на инструмент, если возникают проблемы.

■ ***Затраты на ИИ-разработку***[485]. Цены на разработку программного обеспечения для ИИ могут сильно варьировать в зависимости от множества факторов. К основным факторам относятся затраты на данные, сложность проекта, инфраструктура, разработка, развертывание, соответствие нормативным требованиям и текущее техническое обслуживание. В среднем затраты на разработку программного обеспечения для ИИ достигают диапазона $50-500 тыс. для небольших и средних и $500 тыс.-5 млн для крупномасштабных проектов. Эти затраты, несомненно, могут быть значительными, но потенциальные преимущества внедрения ИИ, такие как повышение эффективности, снижение затрат, улучшение качества обслуживания клиентов, инновации и оптимизация использования данных часто оправдывают инвестиции.

■ ***Большое потребление электроэнергии.*** Международное энергетическое агентство (МЭА) ожидает на фоне развития ИИ технологий увеличения вдвое спроса на электроэнергию[486]. Центры обработки данных, насчитывающие более 8 тыс. по всему миру (16% из них в Европе), потребляют большое количество энергии как для работы серверов, так и для их охлаждения. Согласно оценкам МЭА, выполненным в 2023 г., центры обработки данных потребляют 1-1,5% мировой электроэнергии. Выбросы CO_2 составляют около

[481] в искусственном интеллекте галлюцинация или искусственная галлюцинация – это уверенная реакция ИИ, которая не подтверждается данными его обучения, или вымышленные ответы, не имеющие отношения к действительности

[482] обратная разработка – метод разборки объекта, который помогает понять, как сконструировано ранее созданное устройство, процесс, система или часть программного обеспечения. Часто встречаются названия «обратное проектирование», «обратный инжиниринг», «реверс-инжиниринг» – они означают одно и то же

[483] Australian Water Association (2024), *Addressing the Risks of AI in the Water Sector*. URL: https://www.awa.asn.au/resources/latest-news/addressing-the-risks-of-ai-in-the-water-sector

[484] Australian Water Association (2024), *Addressing the Risks of AI in the Water Sector*. URL: https://www.awa.asn.au/resources/latest-news/addressing-the-risks-of-ai-in-the-water-sector

[485] TechMagic (2024), *AI Development Cost: Analyzing Expenses and Returns*. URL: https://www.techmagic.co/blog/ai-development-cost/#:~:text=The%20primary%20factors%20include%20data,5%2C000%2C000%20for%20large%2Dscale%20projects

[486] Overclockers.ru. (2024), *МЭА ожидает увеличения спроса на электроэнергию в два раза на фоне развития ИИ-технологи*. URL: https://overclockers.ru/blog/Vizir47/show/134982/MEA-schitaet-chto-kriptovaljuty-i-II-sozdajut-ser-eznye-energeticheskie-problemy

Затраты на разработку ИИ

Разбивка по компонентам ИИ

1 Информационные расходы
- Сбор данных
- Выверка и предварительная обработка данных

2 Инфраструктура
- Оборудование
- Облачные сервисы

3 Программное обеспечение и инструменты
- Фреймворки и библиотеки
- Лицензирование и подписки

4 Развитие и обучение
- Разработка алгоритма
- Модельное обучение

5 Внедрение и обслуживание
- Затраты на внедрение
- Текущее техническое обслуживание и поддержка

6 Дополнительные расходы
- Соответствие требованиям и безопасности
- Обучение и повышение квалификации

Источник: TechMagic (2024), AI Development Cost: Analyzing Expenses and Returns

1% от мировых, что сопоставимо с выбросами авиационного сектора[487]. Потребление электроэнергии с 2024 по 2026 гг. может удвоиться, достигнув уровня общего потребления электроэнергии в Японии. В 2023 г. доля электроэнергии, используемой центрами обработки данных, возросла до 20% по сравнению с 18% в 2015 г. Запросы к ИИ-чат-ботам могут потреблять в десять раз больше энергии, чем традиционный поиск в Google, а генеративные системы ИИ – в 33 раза больше, чем обычное программное обеспечение. Растущее энергопотребление приводит к увеличению выбросов CO_2, так как оно, в основном, обеспечивается за счет ископаемого топлива.

■ ***Водопотребление.*** Центры обработки данных потребляют значительное количество воды для охлаждения. В частности, в США в 2021 г. было использовано около 7100 литров воды на мегаватт-час энергии; а только дата-центры Google потребили 12,7 млрд литров пресной воды. В регионах с дефицитом воды это становится особенно критичным, особенно в условиях глобального потепления и экстремальных температур[488].

■ Применение ИИ также поднимает вопросы ***этики и конфиденциальности***, связанные со сбором и использованием данных, что требует обеспечения прозрачности и ответственности[489].

Правовое регулирование ИИ

Стремительное развитие технологий ИИ и связанных с ним рисков требует надлежащего правового регулирования. Во многих странах мира идет процесс создания правового режима для внедрения ИИ, но говорить об устоявшейся и цельной структуре пока рано. Наиболее активно в этом направлении работают Европейский Союз и Китай.

[487] Национальное информационное агентство «Экология» (2024), *Энергетические аппетиты ИИ: новая угроза для экологии?* URL: https://nia.eco/2024/07/09/86104/

[488] Национальное информационное агентство «Экология» (2024), *Энергетические аппетиты ИИ: новая угроза для экологии?* URL: https://nia.eco/2024/07/09/86104/

[489] TGI (2024), *AI's Role in Improving Water Resource Management*. URL: https://www.tabsgi.com/ais-role-in-improving-water-resource-management/

8 декабря 2023 г. достигнута предварительная договоренность Европейского Парламента и Совета касательно законопроекта по ИИ, направленного на гарантии обеспечения защиты от высокого риска ИИ для фундаментальных прав человека, демократии, верховенства закона и экологической устойчивости, стимулирование инновации. В частности, были согласованы гарантии в отношении общей цели ИИ; ограничения использования систем биометрической идентификации правоохранительными органами; запреты на социальный скоринг и использование ИИ для манипулирования или использования уязвимостей пользователей; право потребителей подавать жалобы и получать содержательные объяснения; штрафы, которые будут варьировать от €35 млн (или 7% мирового оборота) до €7,5 млн (или 1,5% мирового оборота)[490]. Согласованный текст теперь должен быть официально принят Парламентом и Советом. Законопроект вызвал неоднозначную реакцию: в открытом письме, подписанном более чем 150 руководителями европейских компаний (от Renault до Heineken), отмечается, что закон может негативно сказаться на бизнесе и угрожать конкурентоспособности региона. При этом он не решает тех проблем, для решения которых был разработан[491].

В Китае уже приняты отдельные нормативные правовые акты, касающиеся ИИ, но они регулируют узкий круг вопросов. Закона, устанавливающего общие правила для индустрии ИИ, пока нет. В августе 2023 г. группой исследователей Китайской академии социальных наук был подготовлен предварительный проект закона и опубликован для обсуждения в виде «Модельного закона об искусственном интеллекте, версия 1.0 (проект экспертного предложения)». Среди характерных черт китайского подхода – его итеративность, позволяющая с каждым новым шагом корректировать регулирование и его отраслевой характер[492].

В марте 2024 г. ГА ООН приняла резолюцию A/78/L.49 **«Использование возможностей безопасных, защищенных и надежных систем искусственного интеллекта для устойчивого развития»**[493] – первый документ на уровне ООН, призванный обозначить рамки по развитию и регулированию технологий ИИ в мире. Документ начинается с подтверждения приверженности международному праву, в частности, Уставу ООН и Всеобщей декларации прав человека. Ссылка на права человека особенно актуальна в части этичного и безопасного использования данных. Документ содержит призыв к преодолению разрыва в области ИИ и других цифровых технологий как между странами, так и внутри них, а также их развитие для достижения 17 целей устойчивого развития (ЦУР)[494].

В резолюции рассматриваются меры по обеспечению конфиденциальности данных, гарантирующие безопасную разработку ИИ, особенно в тех случаях, когда используемые данные являются конфиденциальной личной информацией, такой как медицинские, биометрические или финансовые данные. Государствам-членам и соответствующим заинтересованным сторонам рекомендуется проводить мониторинг систем ИИ на предмет рисков и оценивать их влияние на меры по обеспечению безопасности данных и защите персональных данных на протяжении всего жизненного цикла ИИ. Неоднократные отсылки ко «всему жизненному циклу» подразумевает комплексное регулирование ИИ, начиная с этапа его «обучения», на котором важно уделять внимание конфиденциальности в отборе и использовании данных, до этапа технологического развития и продажи конечному потребителю. Оценка влияния на конфиденциальность и детальное тестирование продукта в процессе разработки предлагаются в качестве механизмов защиты данных и соблюдения наших основных прав на неприкосновенность частной жизни[495]. Также в документе подтверждается, что государства должны выполнять свои задачи только в соответствии с национальным законодательством, обеспечивая высокую свободу действий государств в отношении реализации.

Заключение

В условиях глобальных изменений климата, роста населения и нарастающей нехватки водных ресурсов ИИ представляет собой важный инструмент для обеспечения устойчивого будущего в области управления водными ресурсами. Использование ИИ не только помогает эффективно решать существующие проблемы водоснабжения, но и открывает новые возможности для достижения водной безопасности и устойчивого развития. К примеру, интеллектуальные ирригационные системы могут существенно повысить эффективность распределения воды в сельском хозяйстве, а системы обнаружения утечек – помочь сократить потери.

[490] European Parliament (2023), *Artificial Intelligence Act: Deal on comprehensive rules for trustworthy AI*. URL: www.europarl.europa.eu/news/en/press-room/20231206IPR15699/artificial-intelligence-act-deal-on-comprehensive-rules-for-trustworthy-ai

[491] World Economic Forum (2023), *Everything you need to know about AI in 2023: the 6 must-read blogs*. URL: https://www.weforum.org/agenda/2023/11/ai-2023-governance-summit/. См. также: Associated Press News (2023), *Europe reaches a deal on the world's first comprehensive AI rules*. URL: https://apnews.com/article/ai-act-europe-regulation-59466a4d8fd3597b04542ef25831322c

[492] Филипова И.А. Правовое регулирование искусственного интеллекта: опыт Китая. Journal of Digital Technologies and Law Том 2, № 1 (2024). URL: https://doi.org/10.21202/jdtl.2024.4

[493] United Nations General Assembly (UNGA). Resolution A/78/L.49 adopted on 21 March 2024 without a vote https://undocs.org/A/78/L.49

[494] Кохтюлина И., Смирнов А. (2024), *Первая Резолюция Генассамблеи ООН по искусственному интеллекту. Пройдет ли Резолюция тест Тьюринга в новых реалиях?* URL: https://interaffairs.ru/news/show/45318

[495] Khelif M. (2024), *United Nations AI Resolution: a Significant Global Policy Effort to Harness the Technology for Sustainable Development*. URL: https://executive.graduateinstitute.ch/communications/news/united-nations-ai-resolution-significant-global-policy-effort-harness

В то же время, в процессе интеграции ИИ в управление водными ресурсами важно учитывать и имеющиеся сложности. Во-первых, существует необходимость в высококачественных данных для обучения и оптимизации моделей ИИ, что может быть затруднено из-за недостатка или неполноты доступных данных. Во-вторых, внедрение ИИ технологий связано с высокими затратами, что может быть препятствием для их широкого применения, особенно в развивающихся странах или регионах с ограниченными ресурсами. В-третьих, возникают вопросы этики и конфиденциальности данных, которые требуют тщательного регулирования и соблюдения норм для предотвращения злоупотреблений и нарушения прав пользователей.

Поэтому, рациональное применение цифровых технологий должно сочетаться с соблюдением этических норм, эффективным управлением данными и ресурсами, а также с постоянным мониторингом и корректировкой методов работы. Важно, чтобы процесс интеграции ИИ в управление водными ресурсами был осознанным и сбалансированным с акцентом на максимизацию его потенциальной пользы при минимизации возможных рисков и негативных последствий.

12.5. Зеленый водород: тренды развития в мире и Центральной Азии

Обзор подготовлен М.Валиевой, Д.Р.Зиганшиной (НИЦ МКВК)

В последние десятилетия мировое сообщество сталкивается с серьезной проблемой изменения климата, что требует значительных преобразований во всех сферах жизни общества, включая переход от ископаемых видов топлива к возобновляемым источникам (ВИЭ), улучшение энергоэффективности и масштабную электрификацию. В этой связи все больше внимания уделяется зеленому водороду – водороду, производимому с использованием ВИЭ – как важной составляющей перехода от ископаемого топлива и декарбонизации.

Зеленый водород, как относительно новая технология, находится под пристальным вниманием. Многие аспекты его производства пока неясны или недостаточно изучены, включая, например, вопросы землепользования, фактические выбросы парниковых газов и возможность продления срока службы электростанций, работающих на ископаемом топливе. В данном тематическом обзоре приводится краткая информация об общих тенденциях развития зеленого водорода в мире и Центральной Азии с акцентом на его возможное воздействие на водные ресурсы.

Водород и его виды

Водород является самым распространенным химическим элементом на Земле, который содержится в воде, воздухе и твердых телах. В мировой практике существует условная классификация водорода по цветам в зависимости от экологичности процесса его получения. Различают:

- *серый* водород, при получении которого из угля или метана выделяется наибольшее количество углекислого газа;
- *Розовый/красный/желтый* водород, производимый при помощи атомной энергии;
- *Голубой/синий* водород, получаемый из природного газа с применением технологии улавливания и хранения углекислого газа/Carbon Capture, Utilisation and Storage (CCUS) или без выделения углекислого газа (экспериментальный пиролиз);
- *зеленый* водород, который получают методом электролиза воды с использованием электроэнергии, производимой из ВИЭ. Считается самым экологичным и чистым.

Встречаются и другие виды классификации водорода, включая «низкоуглеродный водород», под которым понимается водород на основе ископаемых видов топлива с улавливанием CO_2 и водород на основе электричества.

Сегодня в мире в структуре производства водорода доминирует органическое топливо (природный газ, уголь и нефть) – 96%, и только 4% водорода производится методом электролиза воды. Основные технологические цепочки водородной энергетики от получения до применения водорода в качестве энергоносителя приведены на рисунке ниже.

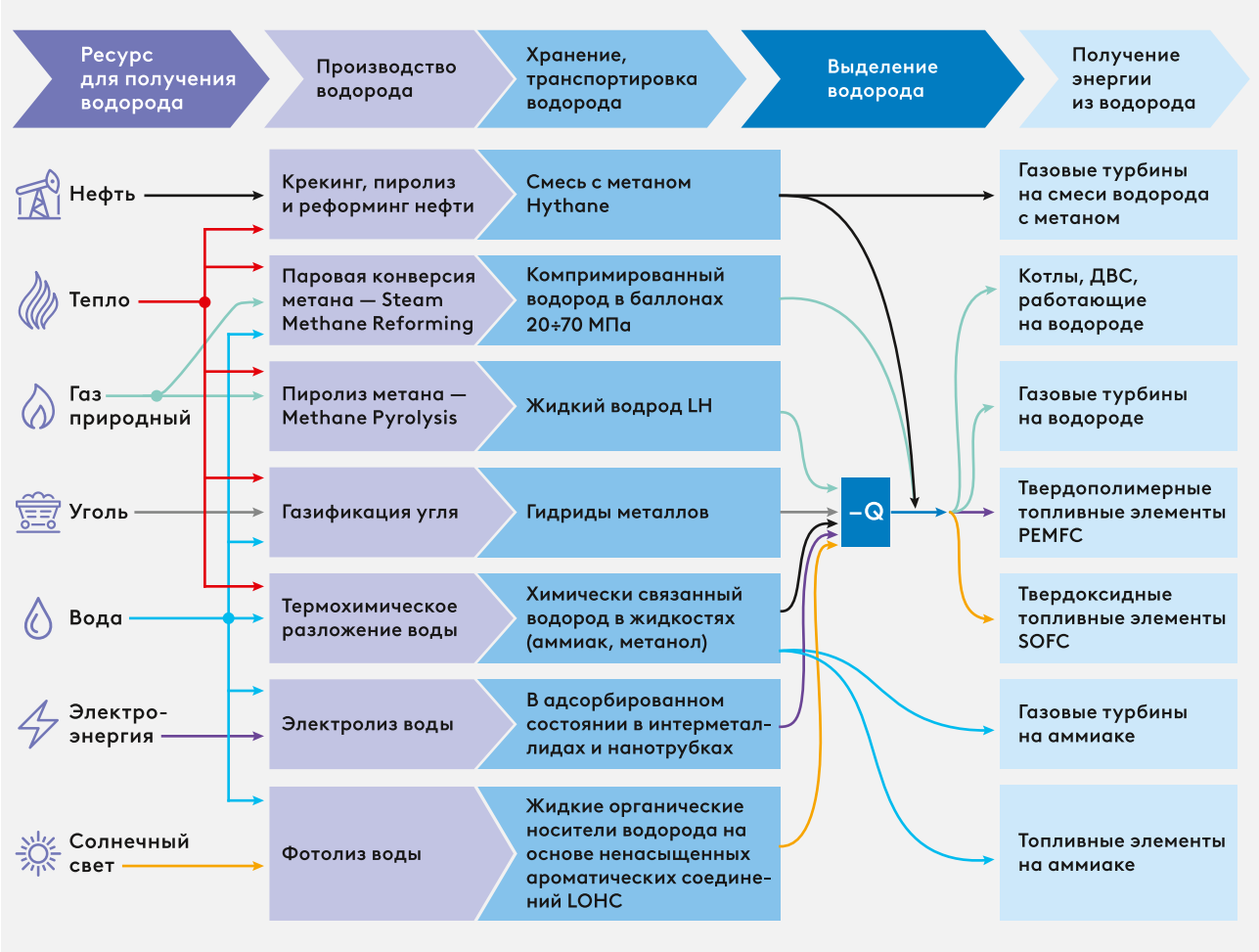
Однако, учитывая необходимость отказа от ископаемых источников топлива, рост спроса и производства зеленого водорода возрастает.

Рост спроса на зеленый водород

Мировое потребление водорода в 2022 г. составило 95 млн тонн, что почти на 3% больше по сравнению с 2021 г. Значительный рост наблюдался во всех основных регионах-потребителях, за исключением Европы, которая пострадала от промышленной активности из-за резкого повышения цен на природный газ[496].

[496] International Energy Agency (2023), *Global hydrogen review 2023*
URL: https://www.iea.org/reports/global-hydrogen-review-2023/executive-summary

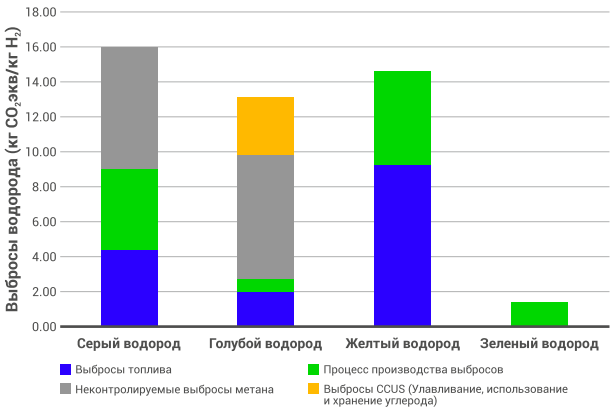
Основные технологические цепочки водородной энергетики



Источник: под ред. Е.Винокурова (2021), Чистые технологии для устойчивого будущего Евразии, ЕБР, Ассоциация «Глобальная энергия»

По оценкам Международного энергетического агентства (МЭА), потребность в водороде к 2030 г. может достичь 115 млн тонн, хотя за счет новых видов использования будет получено менее 2 млн тонн. Это сопоставимо с 130 млн тонн (25% от нового использования), необходимых для выполнения существующих климатических обязательств стран, и с необходимостью 200 млн тонн к 2030 г. для достижения нулевых выбросов к 2050 г.[297]. По прогнозам McKinsey[498], к 2050 г. спрос на чистый водород возрастет до 125-585 млн тонн в год[499].

Сравнение выбросов при различных методах производства водорода



Источник: Francisco L. D.Simões and Diogo M. F.Santos (2024), *A SWOT Analysis of the Green Hydrogen Market*.
URL: https://www.mdpi.com/1996-1073/17/13/3114

[497] International Energy Agency (2022), *Global hydrogen review 2022*.
URL: https://iea.blob.core.windows.net/assets/c5bc75b1-9e4d-460d-9056-6e8e626a11c4/GlobalHydrogenReview2022.pdf

[498] McKinsey & Company – международная консалтинговая компания, специализирующаяся на решении задач, связанных со стратегическим управлением

[499] McKinsey & Company (2024), *Global energy perspective 2023*: Hydrogen outlook.
URL: https://www.mckinsey.com/industries/oil-and-gas/our-insights/global-energy-perspective-2023-hydrogen-outlook

Источник: Росатом, URL: https://www.eastrussia.ru/material/stechenie-vodorodnykh-obstoyatelstv/

Зеленый водород: преимущества и недостатки

Как и большинство источников энергии, зеленый водород имеет как преимущества, так и недостатки. Среди ключевых **преимуществ зеленого водорода следующие:**

- *Экологичность.* Зеленый водород производится с использованием ВИЭ, таких как солнечная, ветровая и гидроэнергия, без выделения вредных парниковых газов, что обеспечивает его чистоту и устойчивость как источника энергии.

- *Широкий спектр применений в различных отраслях промышленности благодаря его универсальности и устойчивости.* Зеленый водород может обеспечить топливом такие труднодекарбонизируемые отрасли тяжелой промышленности, как сталелитейная, химическая и цементная, которые не могут использовать энергию солнца или ветра, судоходство, авиацию и производство аммиака. Более высокая плотность энергии, чем у аккумуляторов, позволяет использовать водород для дальнемагистральных грузовых перевозок.

- *Возможность хранения и использования в качестве энергоносителя.* В периоды пиковой выработки избыточная электроэнергия, полученная от солнца и ветра, может быть использована для производства водорода, который может храниться неограниченное время. Когда уровень производства падает или спрос резко возрастает, генератор преобразует накопленный водород в электроэнергию, которая подается в сеть, гарантируя непрерывное и стабильное энергоснабжение[500]. Кроме того, водород может использоваться в качестве чистого топлива для различных видов транспорта, таких как легковые автомобили, грузовики, автобусы и даже поезда на водородных топливных элементах. Возможность быстрой дозаправки делает зеленый водород жизнеспособной альтернативой ископаемым видам топлива.

- *Возможность транспортировки через существующую инфраструктуру.* Как и природный газ, зеленый водород может быть безопасно доставлен конечному потребителю по трубопроводу. Используя существующую сеть подачи природного газа и прокладывая новые трубопроводы там, где это необходимо, можно создать надежную национальную транспортную сеть для водорода, углеродно-нейтрального энергоносителя будущего. В частности, компания Gasunie, занимающаяся безопасной транспортировкой природного газа по всей территории Нидерландов, также накопила многолетний опыт в транспортировке водорода между двумя компаниями в провинции Зеландия по существующему, выведенному из эксплуатации газопроводу[501].

- *Наибольшая эффективность из всех типов чистого водорода с точки зрения использования воды.* В среднем производство водорода путем электролиза с протонообменной мембраной (PEM) имеет самое низкое водопотребление – около 17,5 л/кг. Далее следует щелочной электролиз с интенсивностью водопотребления 22,3 л/кг. Для сравнения метод паровой конверсии метана – улавливанием, утилизацией и хранением углерода (SMR-CCUS) использует 32,2 л/кг, а автотермический риформинг (ATR)-CCUS – 24,2 л/кг[502].

Несмотря на многочисленные преимущества зеленого водорода как источника энергии, необходимо учитывать и его **потенциальные недостатки:**

[500] Vinci (2024), *What are the uses of hydrogen in today's world and its future?*
URL: https://emag.vinci.com/en/what-are-uses-hydrogen-todays-world-and-future

[501] Gasunie (n.d.), *Hydrogen through natural gas pipelines: safe and sustainable*
URL: https://www.gasunie.nl/en/expertise/hydrogen/hydrogen-through-gas-pipelines-safe-and-sustainable#:~:text=This%20project%20has%20demonstrated%20that,diverted)%20on%20various%20pipeline%20sections

[502] IRENA and Bluerisk (2023), *Water for hydrogen production*, International Renewable Energy Agency, Bluerisk, Abu Dhabi, United Arab Emirates.
URL: www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2023/Dec/IRENA_Bluerisk_Water_for_hydrogen_production_2023.pdf

■ *Более высокая стоимость производства зеленого водорода в сравнении со стоимостью водорода, получаемого из ископаемого топлива.* Это связано с высокими затратами на ВИЭ и технологические процессы для электролиза воды. Электролизер может стоить в шесть раз дороже, чем оборудование с использованием природного газа. Затраты на производство зеленого водорода составляют $2,5-5 за кг, что значительно выше стоимости производства голубого ($1,50-3,50 за кг) или серого ($1,50 за кг) водорода[503]. В этой связи, согласно анализу МЭА (2019 г.), производство водорода из ископаемого топлива до 2030 г. будет оставаться наиболее экономически выгодным вариантом. Решающее значение для расширения доступа к чистому водороду имеет снижение цен на его производство[504].

По причине высоких затрат на производство зеленого водорода намерения Европейского Союза, как активного игрока на водородном рынке, могут не осуществиться. В соответствии с планом REPowerEU, принятым в 2022 г., Европа рассчитывала к 2030 г. производить и импортировать по 10 млн тонн зеленого водорода. Однако в апреле 2024 г. генеральный директор TotalEnergies заявил на Всемирном экономическом форуме, что достижение этих целей невозможно из-за недостаточно развитого рынка и высоких затрат на производство[505]. Европейская счетная палата подтвердила, что стремления ЕС основываются на «политической воле», а не на реалистичных оценках[506].

■ *Стоимость водорода*. В июле 2024 г. компания FTI Consulting[507] представила «Глобальную модель рыночных цен на зеленый водород» с расчетами стоимости производства и доставки зеленого водорода различными способами, включая морской транспорт и трубопроводные системы. Согласно полученным данным, к 2030 г. средняя цена зеленого водорода может достичь $5,3 за кг[508]. Голландский институт TNO[509] провел (2024 г.) исследование цен на производство водорода в Нидерландах, проанализировав 14 проектов, реализуемых 11 крупнейшими участниками рынка. Выяснилось, что стоимость электролизных установок европейского производства значительно выше ожидаемой: €3050 за кВт для установки мощностью 100 МВт и €2630 за кВт – для 200 МВт. В последние годы затраты на производство возросли из-за удорожания энергии, материалов и рабочей силы, а также повышения процентных ставок и тарифов на транспортировку. В результате цена зеленого водорода в Нидерландах сегодня составляет от €12 до €14 за кг, что значительно превышает первоначальные прогнозы[510].

■ *Проблемы систем хранения водорода.* Толчком к более массовому и промышленному производству зеленого водорода с последующим широким распространением может стать решение вопроса хранения. По данным исследовательского центра EnergyNet, после 2025 г. в мире ожидается заметное практически двукратное снижение цен на хранение сжиженного водорода (с $2 до $0,9 за 1 кг водорода). Наиболее экономичным будет способ хранения водорода в виде аммиака со стоимостью хранения к 2025 г. практически $0,1 за 1 кг.

■ *Высокое энергопотребление*. Производство водорода в целом и зеленого водорода в частности требует больше энергии, чем производство других видов топлива.

■ *Большой объем*. Объем зеленого водорода почти в 4 раза больше, чем объем природного газа. Для хранения зеленого водорода требуется сжатие до давления, в 700 раз превышающего нормальное атмосферное, или охлаждение до минус 2530С, что близко к абсолютному нулю[511].

■ *Инфраструктура.* Атомы водорода малы и иногда могут просачиваться через сталь. Поэтому может потребоваться модернизация некоторых существующих трубопроводов.

■ *Значительные объемы воды для электролиза,* что представляет проблему для вододефицитных регионов. Вода необходима не только в качестве сырья для производства, но и для охлаждения во всех видах производства водорода. Потребность в воде для производства 1 кг возобновляемого водорода колеблется от 20 до 30 л/кг (неочищенной воды)[512]. По оценкам ОЭСР, это составляет около 1 млрд литров годового объема при годовом производстве 40 млн тонн (одна из целей по наращиванию производства чистого водорода к 2030 г.)[513].

[503] Scita, Rossana and Raimondi, Pier Paolo and Noussan, Michel (2020), *Green Hydrogen: The Holy Grail of Decarbonisation? An Analysis of the Technical and Geopolitical Implications of the Future Hydrogen Economy*.
URL: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3709789

[504] Shayan Sadeghi, Samane Ghandehariun, Marc A. Rosen (2020), *Comparative economic and life cycle assessment of solar-based hydrogen production for oil and gas industries.* URL: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360544220314547

[505] YouTube (2024), *The Rise of Green Molecules in the World Economic Forum [Video]*. URL: https://www.youtube.com/live/ys7LymlFj2M

[506] Financial Times (2024), *EU hydrogen targets are 'unrealistic', says audit body*.
URL: https://www.ft.com/content/6ea87a1c-1413-4b08-a953-a33dc729dd3c

[507] FTI Consulting – бизнес-консалтинговая фирма, основанная в 1982 году со штаб-квартирой в Вашингтоне, округ Колумбия, США

[508] FTI Consulting (2024), *Green hydrogen global market price model*.
URL: https://www.fticonsulting.com/-/media/files/insights/reports/2024/jul/green-hydrogen-global-market-price-model.pdf

[509] Nederlandse Organisatie voor Toegepast Natuurwetenschappelijk Onderzoek (TNO; рус.: Голландская организация прикладных научных исследований) – независимая исследовательская организация в Нидерландах, специализирующаяся на прикладной науке

[510] TNO (2024), *Evaluation of the levelised cost of hydrogen based on proposed electrolyser projects in the Netherlands*.
URL: https://publications.tno.nl/publication/34642511/mzKCln/TNO-2024-R10766.pdf

[511] ABC News (2021), *What is green hydrogen, how is it made and will it be the fuel of the future?*
URL: https://www.abc.net.au/news/science/2021-01-23/green-hydrogen-renewable-energy-climate-emissions-explainer/13081872

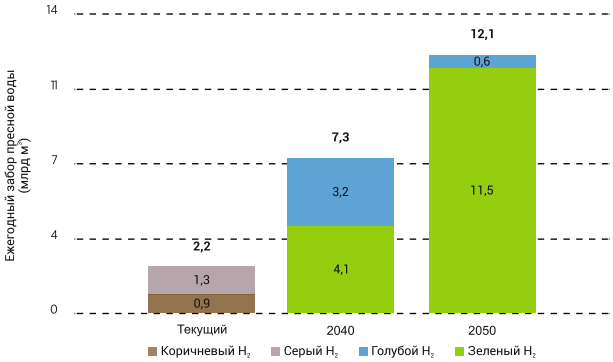
[512] Peline Atamer (2023), *Sustainable water use for green hydrogen production: preliminary insights from OECD work in Mongolia*

[513] Peline Atamer (2023), *Sustainable water use for green hydrogen production: preliminary insights from OECD work in Mongolia*

По данным IRENA, сегодня для глобального производства водорода ежегодно используется около 2,2 млрд м^3 пресной воды, что составляет 0,6% от общего объема забора пресной воды энергетическим сектором.

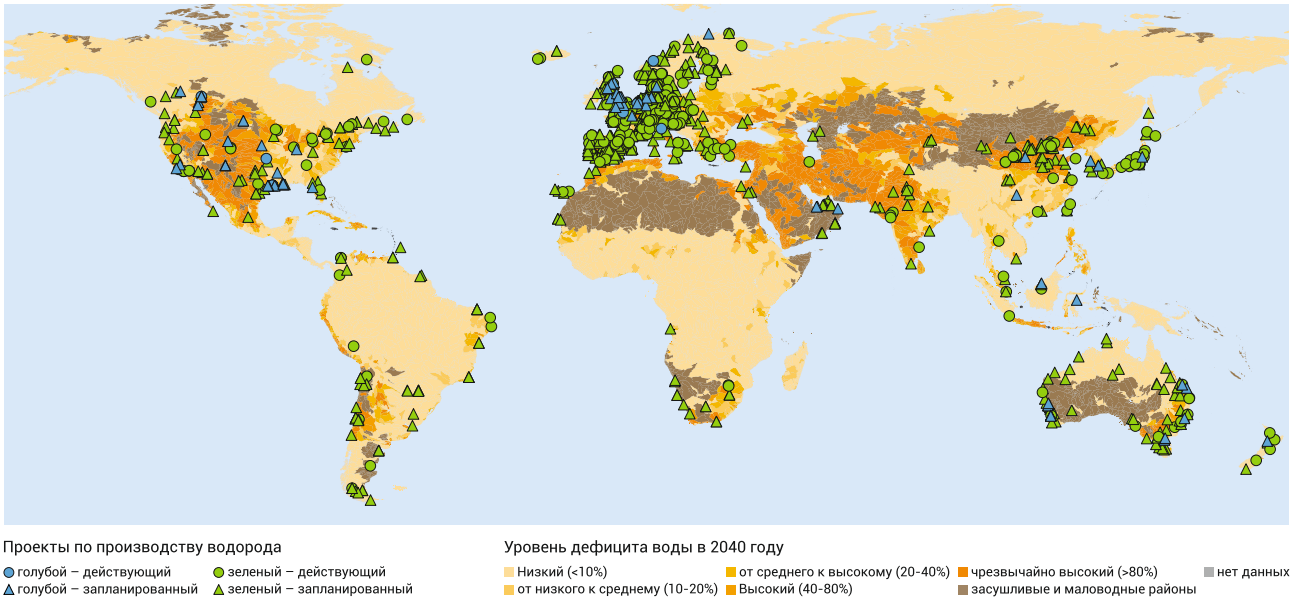
На производство серого водорода приходится около 59% мирового потребления пресной воды, коричневого – 40%, а остальное – на зеленый и голубой водород. Потребление пресной воды для глобального производства водорода может более чем утроиться к 2040 г. и увеличиться в шесть раз к 2050 г. по сравнению с 2023 г. (см. рисунок справа)[514]. Помимо этого, увеличение потребления воды для производства водорода может привести к усилению конкуренции между различными секторами, такими как сельское хозяйство и бытовое потребление, что может негативно сказаться на уровне продовольственной безопасности и жизни населения.

Текущий и прогнозируемый объем забора пресной воды для производства водорода в мире по направлениям



Источник: IRENA and Bluerisk (2023), Water for hydrogen production, International Renewable Energy Agency, Bluerisk, Abu Dhabi, United Arab Emirates

Глобальный дефицит воды и места реализации проектов по производству зеленого и голубого водорода на 2040 год



Источник: IRENA and Bluerisk (2023), Water for hydrogen production, International Renewable Energy Agency, Bluerisk, Abu Dhabi, United Arab Emirates

Хотя использование деионизированной воды, производимой опреснительными установками, может снизить потребность в пресной воде, это также вызывает необходимость сброса остаточного «рассола» в водные источники и почву[515]. Кроме того, несмотря на незначительное в целом использование воды для производства водорода на глобальном уровне, важно учитывать местные условия. Более 35% мировых мощностей по производству зеленого и голубого водорода (в эксплуатации и запланировано) расположены в регионах с острой нехваткой воды[516].

■ *Низкий спрос на зеленый водород.* По мнению экспертов, из-за дороговизны оборудования на использование водорода и сложностей с инфра-

[514] IRENA and Bluerisk (2023), *Water for hydrogen production, International Renewable Energy Agency*, Bluerisk, Abu Dhabi, United Arab Emirates. URL: www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2023/Dec/IRENA_Bluerisk_Water_for_hydrogen_production_2023.pdf

[515] Hurwitz Z., Bujak N., Tapia M., Daza E., Gischler Ch. (2023), *Key aspects for managing the environmental and social risks of green hydrogen*, Inter-American Development Bank.
URL: https://blogs.iadb.org/sostenibilidad/en/key-aspects-for-managing-the-environmental-and-social-risks-of-green-hydrogen/

[516] IRENA and Bluerisk (2023), Water for hydrogen production, International Renewable Energy Agency, Bluerisk, Abu Dhabi, United Arab Emirates. URL: https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2023/Dec/IRENA_Bluerisk_Water_for_hydrogen_production_2023.pdf

структурой для его поставок отсутствует реальный спрос на него[517]. В частности, в секторе легковых автомобилей в 2023 г. наблюдается снижение мировых продаж автомобилей на водородных топливных элементах на 30,2% по сравнению с 2022 г.[518]. Недавнее исследование также продемонстрировало, что грузовые автомобили на водородных топливных элементах вряд ли смогут конкурировать с электрическими аналогами по стоимости[519]. В 2024 г. компания McKinsey пересмотрела свой прогноз развития водородного рынка на период до 2050 г., снизив его на 10-25% по сравнению с ранее озвученными оценками. В соответствии с обновленным докладом, потребление водорода к 2050 г. может варьировать от 180 до 350 млн тонн в год, при этом 50-70% этого объема составит зеленый водород[520].

■ *Взрывоопасность.* Зеленый водород является высоко воспламеняющимся веществом. Хранение и транспортировка водорода требуют использования контейнеров и трубопроводов высокого давления, которые в случае утечек или взрывов могут представлять угрозу для здоровья и безопасности населения. В этой связи необходимы строгие меры безопасности для предотвращения утечек и взрывов.

■ *Воздействие на изменение климата.* В результате возможной утечки в атмосферу водород может продлевать теплоулавливающее воздействие метана и действовать как парниковый газ, создавая водяной пар в верхних слоях атмосферы. Кроме того, исследования показывают, что сжигание водорода на электростанциях увеличивает образование оксидов азота (Nox), загрязняющих веществ, которые вызывают смог, вредят здоровью населения, а также способствуют потеплению[521].

■ *Зеленый водород и ГЭС.* По мнению экологических и правозащитных организаций, продвижение индустрии зеленого водорода может способствовать новому всплеску масштабного строительства ГЭС по всему миру, что сопряжено со значительными экологическими, социальными и экономическими проблемами, такими как разрушение экосистем, перемещение населения, высокие капитальные затраты и риск техногенных катастроф[522]. Так, экологи общественного фонда «Реки без границ» в своем отзыве на проект Концепции развития водородной энергетики в Республике Казахстан отмечают, что энергоемкое производство водорода в стране в первую очередь направлено на оправдание строительства новых энергетических мощностей, таких как крупные ГЭС и атомные электростанции. Эти проекты могут оказать значительное негативное воздействие на окружающую среду и биоразнообразие[523]. Водохранилища, создаваемые для функционирования ГЭС, являются источником выбросов парниковых газов, в частности, метана, который в ближайшей перспективе будет в 84 раза более интенсивным по выбросам, чем углекислый газ[524]. Поэтому для обеспечения оптимального использования ГЭС необходимо тщательное планирование и разработка стратегий, направленных на минимизацию негативного влияния и максимизацию преимуществ этих сооружений.

Развитие зеленого водорода в мире

С учетом перспективности зеленого водорода как экологичного и низкоуглеродного способа производства, хранения и передачи энергии, в последние годы многие ведущие страны мира создают возможности для его развития.

В 2017 г. ***Япония*** стала первой страной в мире, принявшей национальную водородную стратегию, которая была обновлена в 2023 г. В обновленной стратегии определены девять ключевых технологий, включая топливные элементы и устройства для электролиза воды. Также принято решение инвестировать в течение следующих 15 лет более 15 трлн иен ($98,8 млрд) и увеличить к 2040 г. потребление водорода до 12 млн тонн в год[525].

Германия планирует инвестировать до 2023 г. в водородную отрасль более €10 млрд, из них €7 млрд на «запуск рынка» (создание рамочных условий и стимулирование внутреннего спроса), €2 млрд на международное сотрудничество и еще €1 млрд – на нужды промышленности, которая, в свою очередь, должна внедрить водородные технологии, чтобы в перспективе стать крупнейшим экспор-

[517] David R Baker (2024), *Why almost nobody is buying green hydrogen*, Bloomberg.
URL: https://www.japantimes.co.jp/environment/2024/08/14/energy/nobody-buying-green-hydrogen/

[518] РЭНЭН, *Продажи водородных автомобилей в мире упали на 30,2% в 2023 г.*
URL: https://renen.ru/prodazhi-vodorodnyh-avtomobilej-v-mire-upali-na-30-2-v-2023-godu/

[519] International Transport Forum (2024), *Decarbonising Europe's trucks: Minimise cost and uncertainty,*
URL: https://www.itf-oecd.org/sites/default/files/docs/decarbonising-europes-trucks-minimise-cost-uncertainty.pdf

[520] McKinsey & Company (2024), *Global energy perspective 2024*.
URL: https://www.mckinsey.com/industries/energy-and-materials/our-insights/global-energy-perspective

[521] Kari Lydersen (2024), *Scientists warn a poorly managed hydrogen rush could make climate change worse*.
URL: https://energynews.us/2024/02/28/scientists-warn-a-poorly-managed-hydrogen-rush-could-make-climate-change-worse/#:~:text=Hydrogen%20is%20%E2%80%9Can%20indirect%20global,of%20methane%20in%20the%20atmosphere

[522] International Rivers (2022), *Green hydrogen factsheet*.
URL: https://www.internationalrivers.org/wp-content/uploads/sites/86/2022/07/Green-Hydrogen-Factsheet.pdf

[523] Central Asia Climate Portal (2024), *Kazakhstan may ban the use of hydroelectric power plants for the production of green hydrogen*.
URL: https://centralasiaclimateportal.org/kazakhstan-may-ban-the-use-of-hydroelectric-power-plants-for-the-production-of-green-hydrogen/

[524] International Rivers (2022), *Green hydrogen factsheet*.
URL: https://www.internationalrivers.org/wp-content/uploads/sites/86/2022/07/Green-Hydrogen-Factsheet.pdf; RenEn (2016), *Гидроэлектростанции и выбросы парниковых газов*. URL: https://renen.ru/gidroelektrostantsii-i-vybrosy-parnikovyh-gazov/

[525] Ministry of Economy, Trade and Industry (2023), *Basic Hydrogen Strategy of Japan*.
URL: www.meti.go.jp/shingikai/enecho/shoene_shinene/suiso_seisaku/pdf/20230606_5.pdf

тером в мире[526]. Правительство Германии рассматривает водородную энергетику как способ наиболее эффективного использования имеющихся источников энергии[527].

Важно отметить, что в последние годы наблюдается изменение лидеров в сфере водородной экономики. На передний план выходят страны БРИКС, демонстрируя значительные достижения в технологическом развитии, реализации проектов и росте внутренних рынков, а также в объемах экспортных соглашений[528].

Китай, являясь крупнейшим в мире производителем водорода и обладая крупнейшими в мире мощностями в сфере ВИЭ, стремится создать комплексную водородную промышленность, охватывающую транспорт, хранение энергии и промышленный сектор. К 2035 г. страна планирует увеличить долю зеленого водорода в своем энергопотреблении. В соответствии с «Планом развития зеленой водородной энергетики на 2021-2035 годы» ожидается, что годовое производство водорода из ВИЭ достигнет в Китае 0,1-0,2 млн тонн[529]. При этом, около 60% мировых мощностей по производству электролизеров сосредоточено в Китае, и их стоимость значительно ниже, чем у европейских аналогов[530].

В 2020 г. ***Южная Корея*** установила стандарты для чистой водородной энергетики, а в 2021 г. определила критерии сертификации зеленого водорода. В стране активно развивается инфраструктура для водородных транспортных средств, зарядных станций и топливных элементов для массового внедрения водородных технологий.

В ***США*** по состоянию на 2020 г. 99% водорода производилось из ископаемого топлива. Для стимулирования производства «чистого водорода» (производимого с низкими или нулевыми выбросами углерода) в 2021 г. был принят Двухпартийный закон об инфраструктуре (Bipartisan Infrastructure Law), предусматривающий более $9,5 млрд прямых инвестиций в инициативы по чистому водороду, а в 2022 г. снижен налоговый кредит на его производство[531]. В 2023 г. приняты Национальная стратегия и Дорожная карта в области чистого водорода[532].

Принятая в 2020 г. Водородная стратегия ***Европейского Союза*** (COM/2020/301) создала основу для поддержки производства и использования возобновляемого и низкоуглеродного водорода[533]. Европейский Союз планирует к 2030 г. инвестировать $430 млрд в экологически чистый водород.

В ***Индии*** в 2023 г. утверждена национальная миссия по производству зеленого водорода с целью производства не менее 5 млн тонн в год экологически чистого водорода с соответствующим увеличением мощности ВИЭ на 125 ГВт за счет более €2,24 млрд инвестиций[534].

Министерство энергетики ***Российской Федерации*** разработало Дорожную карту «Развитие водородной энергетики в России» на 2020-2024 гг., которая легла в основу плана мероприятий, утвержденного ППРФ от 12.10.2020 г. №2634-р. Россия планирует производить и экспортировать водород в соответствии с мировым трендом на постепенный отказ от углеводородной энергетики. Конкурентные преимущества России – наличие резервов энергетических мощностей, близость к потенциальным потребителям (страны ЕС, КНР, Япония), а также наличие действующей инфраструктуры транспортировки[535].

Развитие зеленого водорода в странах Центральной Азии

Казахстан является энергоизбыточной страной, важным региональным экспортером угля, нефти и газа с растущими темпами добычи. Уголь доминирует в электро- и теплоснабжении, обеспечивая относительно быстрый рост выбросов парниковых газов. Разнообразие ресурсов для производства низкоуглеродистого водорода, имеющихся в стране, создает возможности для синергии и ускоренного развития водородной экономики страны за счет эффекта масштаба[536].

[526] РБК (2021), *Водородная энергетика России и Европы: перспективы рынка на $700 млрд.* URL: https://trends.rbc.ru/trends/green/5ef46e379a7947a89c25170d

[527] под ред. Е.Винокурова (2021), *Чистые технологии для устойчивого будущего Евразии, Евразийский банк развития*, Ассоциация «Глобальная энергия». URL: https://eabr.org

[528] Forbes (2024), *«Водородная эйфория» закончилась: почему этот источник энергии не спасет планету.* URL: https://www.forbes.ru/sustainability/522323-vodorodnaa-ejforia-zakoncilas-pocemu-etot-istocnik-energii-ne-spaset-planetu

[529] National Development and Reform Commission (2022), *China maps 2021-2035 plan on hydrogen energy development.* URL: https://en.ndrc.gov.cn/news/pressreleases/202203/t20220329_1321487.html

[530] Forbes (2024), *«Водородная эйфория» закончилась: почему этот источник энергии не спасет планету.* URL: https://www.forbes.ru/sustainability/522323-vodorodnaa-ejforia-zakoncilas-pocemu-etot-istocnik-energii-ne-spaset-planetu

[531] WRI (2023), *Unlocking Clean Hydrogen Investments in U.S. Climate Policy*. URL: www.wri.org/update/clean-hydrogen-investments-bil-ira

[532] U.S. Department of Energy (2021), *Clean hydrogen strategy and roadmap.* URL: www.hydrogen.energy.gov/library/roadmaps-vision/clean-hydrogen-strategy-roadmap; см. также: U.S. Department of Energy, Office of Fossil Energy, *Hydrogen Strategy – Enabling a Low-Carbon Economy.* URL: www.energy.gov/sites/prod/files/2020/07/f76/USDOE_FE_Hydrogen_Strategy_July2020.pdf

[533] European Commission (n.d.), *Hydrogen*. URL: https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-systems-integration/hydrogen_en

[534] Green Hydrogen Organisation (n.d.), *India*. URL: https://gh2.org/countries/india

[535] под ред. Е.Винокурова (2021), *Чистые технологии для устойчивого будущего Евразии*, Евразийский банк развития, Ассоциация «Глобальная энергия». URL: https://eabr.org/upload/iblock/2e5/EDB_-GLEN_2021_Report_Green-Technologies_rus.pdf

[536] United Nations Economic Commission For Europe (2023), *Низкоуглеродное производство водорода в странах СНГ и его роль в развитии водородной экосистемы и экспортного потенциала.* URL: https://unece.org/sites/default/files/2023-04/RU_Sustainable%20Hydrogen%20Production%20Pathways_final.pdf

Развитие водородной энергетики в Казахстане может способствовать балансированию прерывистого производства электроэнергии из ВИЭ, удовлетворению спроса на электроэнергию и повысить стабильность сети, а также декарбонизировать различные отрасли выбросов (промышленность, транспорт, энергетика). По прогнозам ЕЭК ООН, к 2040 г. ресурсный потенциал производства водорода из воды методом электролиза с использованием возобновляемых источников энергии в Казахстане составит от 85 до 1464 тыс. тонн.

В соответствии со Стратегией достижения углеродной нейтральности Республики Казахстан до 2060 г. и Национальным планом развития до 2025 г. в стране утверждена Концепция развития водородной энергетики до 2030 г.[537]. В документе говорится, что водород рассматривается как ключевой элемент в переходе к низкоуглеродной экономике, способный обеспечить декарбонизацию промышленных процессов и транспорта. Ожидаемые результаты Концепции предусматривают достижение производства 10 тыс. тонн водорода к 2027 г. К 2029 г. планируется увеличить объем производства до 18 тыс. тонн в год, а к 2030 г. – до 25 тыс. тонн, с долей зеленого водорода не менее 50%. Важным аспектом также является снижение выбросов углекислого газа на 0,1% к 2030 г. за счет применения водорода в различных секторах экономики. Кроме того, предполагается экспорт 15 тыс. тонн водорода в год к 2030 г. в страны-партнеры. В рамках международного сотрудничества планируется заключение пяти соглашений о совместных проектах в области водородной энергетики до 2030 г. Внедрение водородных автобусов также будет осуществлено в не менее чем трех городах к указанному сроку[538].

В стране при Национальной компании «КазМунай Газ» создан Центр компетенций по водородной энергетике, который с апреля 2022 г. функционирует как исследовательский хаб по изучению технологий водородной энергетики[539].

В 2021 г. было подписано Рамочное соглашение между Правительством Республики Казахстан и NEH Eurasia GmbH (Германия) о базовых принципах по реализации проектов ВИЭ и производству зеленого водорода в Мангистауской области. Планируется построить солнечный и ветропарк для генерации 40 ГВт электроэнергии, которая будет использоваться для производства водорода методом электролиза с применением опресненной воды. Казахстан и Европейский Союз подписали меморандум о стратегическом партнерстве в области устойчивого сырья, батарей и цепочек создания стоимости зеленого водорода.

Кыргызстан является энергодефицитной страной, удовлетворяющей лишь 51% своих потребностей в электроэнергии за счет собственных ресурсов, в основном за счет ГЭС. Огромный потенциал страны в выработке гидро- и солнечной энергетики может быть использован для производства от 5 до 145 тыс. тонн низкоуглеродистого водорода в год[540]. Относительно низкая стоимость выработки гидроэлектроэнергии в стране (2-2,3 цента за кВт·ч) способствует снижению расходов на производство зеленого водорода[541]. Действующих проектов зеленого водорода в Кыргызстане пока нет, но президент страны заявлял о заинтересованности в развитии сотрудничества с Германией в области выработки и использования зеленого водорода[542].

Таджикистан также является энергодефицитной страной, не обладающей значительными запасами ископаемых энергоресурсов, но обеспечивающей себя на 90% за счет гидроэнергетики. Страна имеет огромный потенциал в гидроэнергетике и еще не исследованный потенциал солнечной энергии (предполагаемая доля территории страны, которая будет покрыта фотоэлектрическими установками, производящими эквивалент годового потребления электроэнергии, составляет 0,074%). При развитии этих ресурсов к 2040 г. Таджикистан будет обладать ресурсным потенциалом для производства низкоуглеродистого водорода объемом примерно от 9 до 204 тыс. тонн водорода в год[543]. Согласно заявлениям руководства Министерства энергетики и водных ресурсов, к 2040 г. Таджикистан планирует производить 1 млн тонн зеленого водорода ежегодно для внутренних нужд и экспорта в страны Центральной Азии[544]. Реализованных проектов на данный момент пока нет.

[537] Приказ министра энергетики Республики Казахстан от 27.09.2024 года №342 «Об утверждении Концепции развития водородной энергетики в Республике Казахстан до 2030 года». URL: https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=38912454&pos=5;-106#pos=5;-106

[538] Zakon.kz (2024), *Концепцию развития водородной энергетики утвердили в Казахстане*.
URL: https://www.zakon.kz/pravo/6452721-kontseptsiyu-razvitiya-vodorodnoy-energetiki-utverdili-v-kazakhstane.html

[539] Zholdayakova, S., Y. Abuov, D. Zhakupov, B. Suleimenova, and A. Kim (2022), *Toward Hydrogen Economy in Kazakhstan*, Asian Development Bank Institute. URL: https://doi.org/10.56506/IWLU3832;
URL: https://www.adb.org/sites/default/files/publication/914281/chapter-7-russian.pdf (Неофициальный перевод)

[540] United Nations Economic Commission For Europe (2023), *Низкоуглеродное производство водорода в странах СНГ и его роль в развитии водородной экосистемы и экспортного потенциала*.
URL: https://unece.org/sites/default/files/2023-04/RU_Sustainable%20Hydrogen%20Production%20Pathways_final.pdf

[541] Индина М. (2022), *Кыргызстан может занять свою нишу в производстве водородной энергии*.
URL: https://www.akchabar.kg/ru/article/economy/kyrgyzstan-mozhet-zanyat-svoyu-nishu-v-proizvodstve-vodorodn/

[542] Central Asia News (2023), *Киргизия намерена расширить связи с ФРГ в сфере выработки «зеленого» водорода*.
URL: https://centralasia.news/22440-kirgizija-namerena-rasshirit-svjazi-s-frg-v-sfere-vyrabotki-zelenogo-vodoroda.html

[543] United Nations Economic Commission For Europe (2023), *Низкоуглеродное производство водорода в странах СНГ и его роль в развитии водородной экосистемы и экспортного потенциала*.
URL: https://unece.org/sites/default/files/2023-04/RU_Sustainable%20Hydrogen%20Production%20Pathways_final.pdf

[544] Нефтегаз (2023), *Таджикистан планирует ежегодно производить 1 млн т зеленого водорода для экспорта в страны ЦА*.
URL: https://neftegaz.ru/news/Alternative-energy/795709-tadzhikistan-planiruet-ezhegodno-proizvodit-1-mln-t-zelenogo-vodoroda-dlya-eksporta-v-strany-tsentra/

Туркменистан – богатая энергоресурсами страна, крупный экспортер газа. Природный газ доминирует в энергетическом секторе, обеспечивая почти 100% производства электроэнергии. Доля ВИЭ в энергетическом секторе незначительна. В стране имеются большие возможности для производства голубого водорода из природного газа с применением технологий улавливания, использования и хранения углерода (CCUS)[545]. Относительно новые газопроводы также открывают возможности для впрыска водорода и ретрофита[546]. При развитии пока неиспользуемого потенциала ВИЭ, в т.ч. оффшорный ветер на Каспии, можно наладить производство зеленого водорода. В Туркменистане прогнозируется значительный потенциал производства водорода из воды методом электролиза, с использованием возобновляемых источников энергии, который может составить от 6 до 321 тыс. тонн в год, что открывает перспективы для устойчивого энергетического будущего страны. Таким образом, Туркменистан может производить низкоуглеродистый водород и начать использовать его в транспортном секторе (вместо нефтепродуктов), а также в будущем участвовать в экспортных проектах, в частности, с Китаем[547]. С 2022 г. идет обсуждение проекта «Дорожной карты по развитию зеленой водородной энергетики в Туркменистане»[548], но реализованных проектов пока нет.

Узбекистан – богатая энергоресурсами страна, крупный производитель и экспортер природного газа, добывает значительные объемы нефти и угля для удовлетворения внутреннего спроса. Страна обладает огромным потенциалом ВИЭ (в основном энергия солнца), технический потенциал которых составляет 180 млн тонн нефтяного эквивалента[549]. Исходя из ресурсов и источников энергии, доступных для производства водорода, ЕЭК ООН оценивает ресурсный потенциал производства зеленого водорода в Узбекистане в диапазоне от 33 до 1310 тыс. тонн в год[550].

Узбекистан нацелен на переход на зеленую экономику и предпринимает активные меры для реформы энергетического сектора, в т.ч. через расширение возможностей использования ВИЭ и стабильного развития водородной энергетики[551]. В рамках разработанной при поддержке ЕБРР и финансировании Японии «Дорожной карте по переходу к низкоуглеродной энергетике для сектора электроэнергетики Узбекистана», в частности, предусмотрено использовать избыточное производство возобновляемой энергии для поддержки развития водородной экономики[552].

В 2021 г. на базе ООО «Международный институт солнечной энергии» Академии наук РУз был создан Национальный научно-исследовательский институт возобновляемых источников энергии при Министерстве энергетики, а также Научно-исследовательский центр водородной энергетики и лаборатория по испытанию и сертификации технологий возобновляемой и водородной энергетики в структуре Института[553]. Институт осуществляет формирование приоритетных направлений расширения возможностей использования ВИЭ и развития водородной энергетики, а также отвечает за разработку проектов нормативно-правовых актов по ВИЭ и водороду в соответствии с требованиями международных стандартов. Также планируется создание при поддержке ЮСАИД Центра зеленого водорода[554].

Научными разработками в сфере водородной энергетики занимаются и другие институты. К примеру, группой ученых Института материаловедения АН РУз под руководством доктора Р.Рахимова разработан новый фотокатализатор, который обещает совершить революцию в производстве зеленого водорода, позволяя получать его с рекордной эффективностью до 95% при использовании солнечной энергии. Благодаря применению импульсного туннельного эффекта удается точно подогнать параметры импульса излучения под энергию разложения воды, что делает процесс чрезвычайно энергоэффективным. Этот катализатор может работать при температуре пара

[545] CO_2 может постоянно храниться в водоносных пластах или старых нефтяных и газовых резервуарах. См. подробнее ЕЭК ООН. *Технологический обзор «Улавливание, использование и хранение углерода (CCUS)»*.
URL: https://unece.org/sites/default/files/2021-03/CCUS%20brochure_RU_final_0.pdf

[546] Мельников Ю. (2022), *Низкоуглеродное производство водорода в странах СНГ и его роль в развитии водородной экосистемы и экспортного потенциала*, ЕЭК ООН.
URL: https://unece.org/sites/default/files/2022-11/2022-11-14%20Almaty%20conference%20%28RUS%29.pdf

[547] United Nations Economic Commission For Europe (2023), *Низкоуглеродное производство водорода в странах СНГ и его роль в развитии водородной экосистемы и экспортного потенциала.*
URL: https://unece.org/sites/default/files/2023-04/RU_Sustainable%20Hydrogen%20Production%20Pathways_final.pdf

[548] OSCE (2022), *Roadmap for the development of green hydrogen energy discussed at OSCE-organized roundtable in Turkmenistan*.
URL: https://www.osce.org/ru/centre-in-ashgabat/518067

[549] Energy Charter (2022), *IDEER: Uzbekistan 2022.*
URL: https://www.energycharter.org/fileadmin/DocumentsMedia/IDEER/IDEER-Uzbekistan_2022_ru.pdf

[550] United Nations Economic Commission For Europe (2023), *Низкоуглеродное производство водорода в странах СНГ и его роль в развитии водородной экосистемы и экспортного потенциала.*
URL: https://unece.org/sites/default/files/2023-04/RU_Sustainable%20Hydrogen%20Production%20Pathways_final.pdf

[551] ППРУз от 04.10.2019 г. №ПП-4477 «Об утверждении Стратегии по переходу Республики Узбекистан на «зеленую» экономику на период 2019-2030 годов». ППРУз от 02.12.2022 г. №ПП-436 «О мерах по повышению эффективности реформ, направленных на переход Республики Узбекистан на «зеленую» экономику до 2030 года»

[552] «Дорожная карта» перехода к низкоуглеродной энергетике для сектора электроэнергетики Узбекистана. Документ официально не утвержден. URL: https://minenergy.uz/uploads/0e7a9206-2afc-0897-d164-101e895a5d3c_media_.pdf

[553] ППРУз от 09.04.2021 г. №ПП-5063 «О мерах по развитию возобновляемой и водородной энергетики в Республике Узбекистан»

[554] U.S. Embassy in Uzbekistan (2024), *USAID energizes Uzbekistan's first green hydrogen hub*.
URL: https://uz.usembassy.gov/ru/usaid-energizes-uzbekistans-first-green-hydrogen-hub-ru/

всего 93-98°C, в то время как известные методы требуют нагревать воду до 900°C[555].

В 2022 г. министерства энергетики Узбекистана, Саудовской Аравии и саудовские компании "ACWA Power" и "Air Products" подписали соглашение о развитии научно-исследовательских разработок и производства зеленого водорода в Узбекистане[556]. В 2023 г. совместно с компанией "ACWA Power" начато строительство пилотного производства зеленого водорода. На первом этапе, с привлечением финансирования ЕБРР[557], планируется производить 3 тыс. тонн водорода с последующей переработкой в минеральные удобрения на основе установки электролизера мощностью 20 МВт в г.Чирчик Ташкентской области и ВЭС мощностью 52 МВт на территории действующей Башской ВЭС в Гиждуванском районе Бухарской области[558]. На втором этапе – 2,4 ГВт энергии ветра будут обеспечивать производство 500 тыс. тонн зеленого аммиака в год[559].

Выводы

Зеленый водород имеет стратегическое значение для декарбонизации и достижения Целей устойчивого развития ООН, направленное на обеспечение чистой и доступной энергией и борьбу с изменением климата. Развитие зеленой водородной экономики активно продвигается Японией, Китаем, Индией, Южной Кореей, США и странами ЕС, которые осуществляют значительные инвестиции и разработку технологий в этой области. Среди основных причин, которые побуждают страны развивать зеленую водородную энергетику – декарбонизация, экспортный потенциал и энергетическая безопасность. Однако внедрение зеленого водорода сопряжено с вызовами, связанными с высокими затратами на его производство, потребностью в значительных объемах воды, необходимостью создания соответствующей инфраструктуры и рынка сбыта.

Необходимыми **предпосылками для производства зеленого водорода** являются: наличие земельных ресурсов для установки инфраструктуры ВИЭ, благоприятные климатические условия для развития потенциала ВИЭ, наличие водных источников для электролиза и охлаждения, развитая промышленная инфраструктура для внутреннего потребления (например, отрасли промышленности, использующие серый водород, и имеющие потенциал спроса на зеленый водород), а также транспортная взаимосвязанность для экспорта водорода.

Страны ЦА обладают необходимыми условиями для развития зеленой водородной энергетики. Казахстан и Узбекистан, обладающие наибольшим потенциалом в его производстве (см. таблицу ниже)[560], уже делают первые шаги по его освоению.

Ресурсный потенциал производства зеленого водорода (водород из воды электролизом от ВИЭ) в странах Центральной Азии к 2040 г., *тыс. тонн в год*

Страна	Минимальный сценарий	Максимальный сценарий
Казахстан	85	1464
Кыргызстан*	5	145
Таджикистан	9	204
Туркменистан	6	321
Узбекистан	33	1310

*) от малых и крупных ГЭС

Источник: United Nations Economic Commission for Europe (2023), Низкоуглеродное производство водорода в странах СНГ и его роль в развитии водородной экосистемы и экспортного потенциала, URL: https://unece.org/sites/default/files/2023-04/RU_Sustainable%20Hydrogen%20Production%20Pathways_final.pdf

Успешное развитие зеленого водорода требует **комплексного подхода**, включающего развитие нормативно-правовой базы, технологий, создание инфраструктуры, сокращение затрат на его производство, расширение местного спроса на зеленый водород в ключевых отраслях, а также активное международное сотрудничество.

Развитие рынков сбыта. В настоящее время экспорт водорода из ЦА затруднен из-за удаленности от ключевых импортеров (Евросоюз) и отсутствия прямого доступа к открытому морю. Однако имеется возможность выхода на китайский рынок через совместную границу, а также потенциальный доступ на европейский рынок через потенциальную кооперацию с Россией и со странами Кавказа. Экспортные возможности можно расширять за счет существующей и перспективной газотранспортной инфраструктуры.

Создание региональных кластеров. По мнению экспертов, в условиях активно развивающегося

[555] Anhor.uz (2024), *Узбекские ученые разработали прорывную технологию получения зеленого водорода*. URL: https://anhor.uz/ekologiya/vodorod/

[556] Министерство энергетики Республики Узбекистан (2022), *Новый этап узбекско-саудовского энергетического сотрудничества*. URL: https://minenergy.uz/ru/news/view/2109

[557] Проект оценивается в общей сложности в $95,4 млн, включая займ в размере $58,2 млн

[558] Weekly.uz (2024), *В Узбекистане запускается пилотный проект «Зеленый водород»*. URL: https://weekly.uz/articles/5874/

[559] RenEn (2023), *В Узбекистане начат проект по производству «зеленого» водорода*. URL: https://renen.ru/v-uzbekistane-nachat-proekt-po-proizvodstvu-zelenogo-vodoroda/

[560] Индина М. (2022), *Кыргызстан может занять свою нишу в производстве водородной энергии*. URL: www.akchabar.kg/ru/article/economy/kyrgyzstan-mozhet-zanyat-svoyu-nishu-v-proizvodstve-vodorodn/

рынка ВИЭ во всех странах ЦА логичным ответом на предстоящую конкуренцию в экспорте зеленого водорода будет региональная кооперация. Это позволит максимально эффективно использовать существующие инфраструктурные объекты для их оптимизации под экспорт зеленого водорода, а также задействовать больше ресурсов ВИЭ для его производства[561]. Страны ЦА могут получить все преимущества от кооперации в области зеленого водорода, если будут координировать свои действия и развивать региональные кластеры производства[562]. Это также поможет диверсифицировать структуру государственных доходов и уменьшить зависимость от экспорта нефти и газа. Для достижения максимально эффективного производства зеленого водорода и увеличения доли на мировом рынке в качестве экспортеров странам необходимо:

- содействовать созданию координированной программы развития ВИЭ между странами региона;
- разработать единое прозрачное законодательное пространство для упрощения инвестиций;
- Принять стандартизированные технические требования к объектам инфраструктуры зеленого водорода;
- развивать совместные программы обучения новых специалистов с привлечением частного сектора;
- создать региональную систему дистрибуции зеленого водорода;
- модернизировать ЛЭП для эффективной передачи электроэнергии, выработанной ВИЭ, с целью увеличения мощностей производства зеленого водорода[563].

Развитие зеленого водорода в ЦА требует тщательного рассмотрения взаимосвязи водных и энергетических ресурсов. Необходимо учитывать потребность в воде для его производства в вододефицитных районах, а также потенциальное воздействие строительства ГЭС. Важно изучить возможности использования водорода в качестве накопителя электроэнергии при регулировании стока трансграничных рек в бассейне Аральского моря. В частности, предлагается переводить излишки электроэнергии, вырабатываемой на ГЭС Кыргызстана и Таджикистана в месяцы большого притока воды, в водород и хранить его для последующего использования[564].

Для разработки комплексных, устойчивых и социально ответственных проектов зеленого водорода, **рекомендуется использовать стратегическую экологическую и социальную оценку**, которая оценивает потенциальные экологические и социальные последствия политики, планов или программ по использованию зеленого водорода с стратегической точки зрения. Такой подход учитывает различные типы инфраструктуры, а также экологические и социальные требования к оценке и лицензированию потенциальных проектов по производству зеленого водорода и связанных с ними объектов. Кроме того, рекомендуется разработка соответствующих мер для смягчения воздействия и рисков на протяжении всей реализации политики, планов или программ[565].

[561] Qazaq Green (2022), *Необходимость региональной кооперации для развития «зеленого» водорода в Центральной Азии*. URL: https://qazaqgreen.com/journal-qazaqgreen/expert-opinion/187/

[562] развитие мощностей «зеленого» водорода с помощью международных кластеров уже сейчас является популярной стратегией, например в Евросоюзе. URL: https://qazaqgreen.com/journal-qazaqgreen/expert-opinion/187/

[563] Qazaq Green (2022), *Необходимость региональной кооперации для развития «зеленого» водорода в Центральной Азии*. URL: https://qazaqgreen.com/journal-qazaqgreen/expert-opinion/187/

[564] под ред. Е.Винокурова (2021), *Чистые технологии для устойчивого будущего Евразии*, ЕБР, Ассоциация «Глобальная энергия».

[565] Hurwitz Z., Bujak N., Tapia M., Daza E., Gischler Ch. (2023) *Key aspects for managing the environmental and social risks of green hydrogen*. Inter-American Development Bank. URL: https://blogs.iadb.org/sostenibilidad/en/key-aspects-for-managing-the-environmental-and-social-risks-of-green-hydrogen/