
РОЛЬ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ОБЕСПЕЧЕНИИ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ



Коданева Светлана Игоревна

кандидат юридических наук, ведущий научный сотрудник Отдела
правоведения Института научной информации по общественным
наукам РАН (ИНИОН РАН), Москва, Россия

e-mail: kodanevas@gmail.com

***Аннотация.** Участвовавшие за прошедшие годы природные катастрофы и эпидемии зоонозного происхождения приводят к существенному социально-экономическому ущербу. Становится все более очевидным, что достижение Целей устойчивого развития ООН должно базироваться на обеспечении, прежде всего, экологической устойчивости. Это требует принятия мер по снижению негативного антропогенного воздействия на окружающую среду и по адаптации к неблагоприятным последствиям изменения климата. В настоящей статье анализируется, какую роль могут играть цифровые технологии в решении этих задач.*

***Ключевые слова:** устойчивое развитие; изменение климата; природные катастрофы; цифровые технологии.*

Для цитирования: Коданева С.И. Роль цифровых технологий в обеспечении устойчивого развития // Социальные новации и социальные науки: [электронный журнал]. – 2022. – № 1. – С. 58–73.

URL: <https://sns-journal.ru/ru/archive/>

DOI: 10.31249/snsn/2022.01.05

Рукопись поступила 12.01.2022.

Введение

2020 год стал знаковым, а в чем-то даже переломным. Пандемия COVID-19 продемонстрировала всему человечеству хрупкость его существования и то, с какими коллективными опасностями оно может сталкиваться – не абстрактными, а вполне конкретными и ощутимыми для каждого отдельно взятого человека. При этом у пандемии есть одна важная особенность. Она представляет собой угрозу не экономической (как это было во время финансового кризиса 2008 г.) или политической безопасности, а безопасности природной. Банк международных расчетов придумал для подобных событий новый термин: «зеленый лебедь». Как полагает Х. Мюллер, такие катастрофы происходят из-за изменения климата, постоянно растущей плотности населения и глобальной взаимной зависимости. И эти катастрофы могут иметь «огромные прямые последствия для человеческой жизни» [Мюллер, 2020].

На протяжении последних десятилетий мировая экономика демонстрировала постоянный рост за счет интенсивного развития промышленного производства и глобализации. Это привело к увеличению использования энергии ископаемого топлива, а значит – и к наращиванию объемов выбросов парниковых газов. По данным Международного энергетического агентства (МЭА), глобальные общие выбросы от ископаемого топлива с 1990 по 2017 г. возросли на 60% [Wu, Xie, 2020].

Бурное промышленное развитие и высокие темпы экономического роста второй половины XX в. сформировали основные глобальные мегатренды современности – урбанизацию и изменение климата. В результате их действия международное экологическое сотрудничество в последней четверти XX в. стало осознаваться как насущная необходимость. Первым важным шагом было принятие Стокгольмской декларации 1972 г., в соответствии с которой государства соглашались координировать свои планы развития, с тем чтобы оно не противоречило необходимости защиты окружающей среды [Hossain, 2014]. Затем последовало издание в 1987 г. доклада ООН «Наше общее будущее», в котором отмечалось, что «Человечество способно придать развитию устойчивый долговременный характер, с тем чтобы оно отвечало потребностям нынешнего поколения, не лишая будущие поколения возможности удовлетворять свои потребности» [Наше общее будущее, 1987]. Однако политики и предприниматели во всем мире «прохладно» отнеслись к подобным инициативам, продолжая придерживаться неолиберальной идеологии, основанной на превалировании и свободе рынка, главными задачами которого являются экономический рост и извлечение максимальной прибыли.

Через 20 лет после проведения Конференции ООН по окружающей среде и развитию, в 2012 г., за две недели до начала встречи Рио+20, ЮНЕП был опубликован Доклад по Глобальной экологической перспективе, в котором констатировался полный провал предложенного плана. Из 90 пунктов только четыре получили положительную оценку. Доклад показал, что глобальное потепление сдержать не удалось. Повышается кислотность морской воды, что ведет к снижению морского биоразнообразия; биологические виды исчезают со скоростью вымирания динозавров; продолжающаяся вырубка лесов в будущем приведет к таким расходам, при которых потери от финансового кризиса 2008 г. покажутся «незначительными».

Постепенно проблематика устойчивого развития стала настолько очевидной, что вошла в повестку многих международных организаций, включая ООН и ЮНЕСКО, найдя отражение в трех базовых документах. Первым из них является Итоговый документ Конференции ООН в Рио-де-Жанейро 2012 г. «Будущее, которого мы хотим». В нем признается необходимость дальнейшего продвижения идеи устойчивого развития на всех уровнях и интеграции его экономической, социальной и экологической составляющих, а также учета их взаимосвязи для достижения целей устойчивого развития. Затем, в 2015 г., было принято Парижское соглашение по климату. В нем констатируется, что изменение климата является общей проблемой человечества, и закрепляется цель удержания прироста глобальной средней температуры ниже 2°C сверх доиндустриальных уровней, в том числе за счет снижения выбросов парниковых газов и соответствующей перестройки финансовых потоков. Особое место среди перечисленных документов по важности занимает Повестка дня в области устойчивого развития на период до 2030 г. ООН (2015). В ней впервые были сформулированы и закреплены Цели устойчивого развития, но, самое главное, – общая ответственность всего человечества за достижение этих целей, поскольку «реализация данного документа предполагает активное всеобщее участие, вовлечение всех имеющихся ресурсов, включая правительства, частный сектор, гражданское общество, систему Организации Объединенных Наций и других субъектов» [Преобразование нашего мира, 2015].

С момента принятия этого документа концепция устойчивого развития получила широкое распространение в мире. Она предлагает комплексный подход к эколого-социально-экономическому развитию, без специального акцента на экологическую составляющую. Однако проблема климатических изменений сегодня возглавляет перечень рисков, способных нанести наибольший ущерб. По оценкам экспертов, наша планета вошла в период опасных экологических катастроф. На стихийные бедствия приходится до 9% потерь мирового ВВП, на хрупкость – экосистем – 3%; 40% тяжелых заболеваний и преждевременной смертности связаны с неблагоприятным воздействием окружающей природной среды [Коданева, 2020 а]. Соответственно, именно борьба с изменением климата и достижение экологического благополучия является основой для реализации всех остальных целей устойчивого развития (рис. 1):

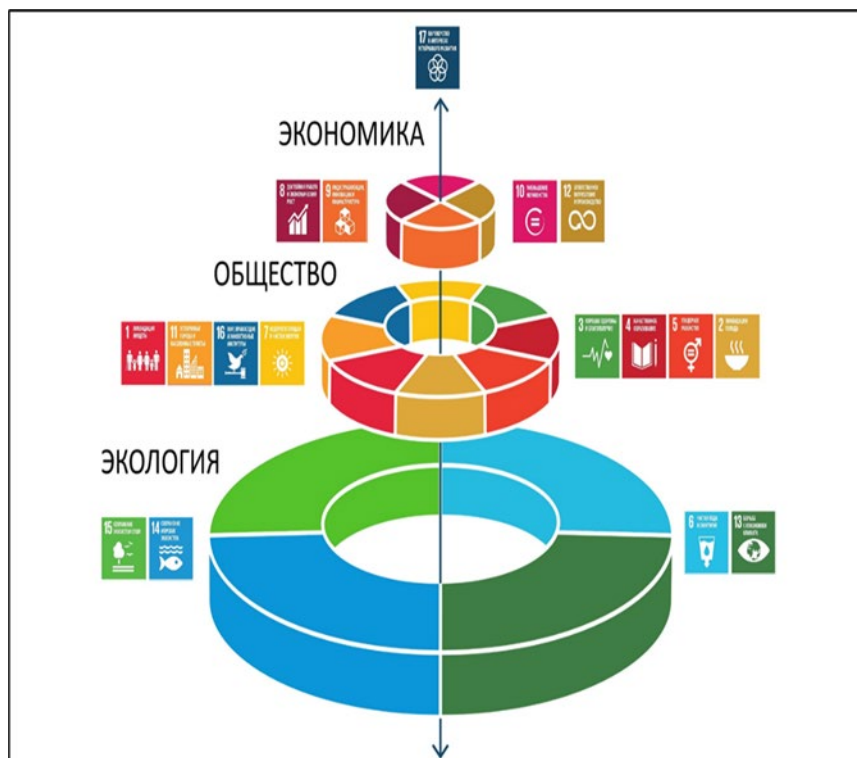


Рис. 1. Группировка 17 ЦУР по трем измерениям: экологическое, социальное и экономическое [Rockström, Sukhdev]

Очевидно, что основой устойчивости мирового сообщества должна стать жесткая регламентация находящегося в общем пользовании потенциала биосферы, который является основой системы жизнеобеспечения. Необходимо достичь управляемого взаимодействия человеческого общества и природы за счет реализации всех имеющихся возможностей для предотвращения пагубного воздействия человека на окружающую среду, а также адаптации к последствиям уже необратимых изменений.

На предотвращение опасных климатических изменений направлена Рамочная конвенция ООН об изменении климата (РКИК ООН) 1992 г. Основной целью этой Конвенции и всех последовавших за ее принятием международных документов является стремление добиться стабилизации концентраций парниковых газов в атмосфере на таком уровне, который не допускал бы опасного антропогенного воздействия на климатическую систему.

Сегодня, почти 30 лет спустя, очевидно, что цели данной Конвенции так и не были достигнуты. Современные данные позволяют сделать вывод о том, что глобальное повышение температуры на 1,5°C по сравнению с доиндустриальным уровнем может произойти не к 2030 г., как предполагалось, а раньше. Чтобы избежать этого, в 2020–2030-е годы мировое сообщество должно сократить объем выбросов парниковых газов до 25 Гт CO₂-экв в год против 60 Гт в настоящее время [Жилина, 2020].

РКИК ООН определяет, что следует принимать предупредительные меры в целях прогнозирования, предотвращения или сведения к минимуму причин изменения климата и смягчения его

отрицательных последствий. Таким образом, реагировать на изменение климата можно двумя способами:

- 1) смягчать последствия изменения климата путем решения проблемы антропогенных выбросов из их источников и абсорбции поглотителями всех парниковых газов;
- 2) адаптироваться к изменению климата, т.е. принимать меры по предотвращению неблагоприятных последствий, которые выходят за рамки «допустимого уровня» риска.

В рамках настоящей статьи рассмотрим возможности использования цифровых технологий для решения первой группы задач.

Использование цифровых технологий для смягчения последствий изменений климата

Первое направление, обозначенное в РКИК ООН, в основном связано с реализацией различных программ и набором мер стимулирования компаний всех секторов экономики к снижению негативного воздействия на окружающую среду.

Как правило, это различные финансовые инструменты, такие как плата за выбросы или за утилизацию продукции. Как отмечает М. Канищев, декарбонизация (сокращение объема выбросов или углеродного следа при производстве продукции) имеет целью заставить собственников модернизировать заводы. Перед компаниями встает выбор: либо платить разнообразные «зеленые» налоги и сборы, либо вкладывать средства в модернизацию производства для снижения этой налоговой повинности [Канищев, 2021].

Одновременно используются механизмы стимулирования инвестиций в «зеленые» проекты, например, налоговые льготы, государственные субсидии, «зеленые облигации» и т.д.

При этом, когда говорят о «зеленых» проектах, «зеленой» экономике, энергопереходе, надо понимать, что это не только и не столько возобновляемые источники энергии. Это, прежде всего, модернизация, замена старого оборудования на современное, повышение энерго- и ресурсоэффективности, уменьшение количества отходов, вредных выбросов и сбросов и т.д. Это также внедрение принципов «чистого» производства и циркулярной экономики.

«Чистое производство» – термин, который в 1990 г. ЮНЕП определил как «комплексную экологическую стратегию осуществления процессов, выпуска продуктов и оказания услуг для повышения эффективности производства и снижения рисков для людей и окружающей среды» [Effects of Circular Economy ..., 2020]. Ключевой составляющей этого подхода является эффективность использования ресурсов. Сначала «чистое» производство представляло собой разработку «зеленых» (экологически чистых) продуктов, но позже переросло в особое направление – экодизайн. Экодизайн основывается на принципах цикличности и нацелен на снижение воздействия на окружающую среду в процессе производства, в упаковке, на этапах логистики, использования, а также утилизации продукта.

В свою очередь переход к модели циркулярной экономики позволяет увеличить потоки товаров и услуг за счет изменения способов ведения бизнеса в соответствии с тремя основными принципами:

- 1) обеспечение длительного периода использования производимой продукции (дизайн для физической и моральной долговечности);
- 2) предоставление возможностей для ее расширенного использования (дизайн для технического обслуживания и модернизации);
- 3) осуществимость восстановления (например, дизайн для реконструкции) [Коданева, 2020 а].

Применительно к России, «зеленые» проекты, целью которых является снижение выбросов парниковых газов, прежде всего должны быть направлены на модернизацию существующих производственных мощностей и повышение уровня их экологичности. Так, в 2014 г. в Федеральный закон «Об охране окружающей среды» была включена статья 28.1, согласно которой предприятия должны применять наилучшие доступные технологии для комплексного предотвращения и минимизации негативного воздействия на окружающую среду.

Правительство РФ распоряжением от 24.12.14 № 2674-р определило области хозяйственной и иной деятельности, которая оказывает значительное негативное воздействие на окружающую среду. Прежде всего, это добывающая промышленность, утилизация отходов, некоторые виды перерабатывающей промышленности, например, целлюлозно-бумажная, химическая, производство цемента и т.д.

Наилучшие доступные технологии – это самые современные технологические процессы, оборудование, технические методы и способы производства, существующие в мире. Причем практически все они в той или иной степени автоматизированы и включают методы Индустрии 4.0. Объекты реального мира, оснащенные специальными датчиками, взаимосвязаны в виртуальном пространстве, где они обмениваются информацией либо передают информацию в единый центр. Далее она обрабатывается с помощью алгоритмов, включая алгоритмы машинного обучения, т.е. искусственный интеллект. Даже выборочная оптимизация отечественного производства на основе современных цифровых технологий дает значительный позитивный эффект за счет повышения точности прогнозирования, роста производительности труда, снижения расхода материалов и сырья (т.е. повышения энерго- и ресурсоэффективности), а также улучшения качества обслуживания оборудования, исключения возможных ошибок, связанных с человеческим фактором, а значит – снижения рисков техногенных аварий и т.д.

Однако это только первый шаг. Компании «Кремниевой долины» создали принципиально новую модель бизнеса O₂ O (on-line to off-line), которая основана на переплетении реального мира с виртуальным. Это так называемый смарт-бизнес. В основе процессов смарт-бизнеса лежат

огромные вычислительные мощности, облачные технологии, большие данные и, конечно, искусственный интеллект. Сетевая координация и интеллектуальная обработка данных позволяют информации мгновенно распространяться в Сети и согласовывать все аспекты бизнеса в реальном времени, кардинально снижая стоимость такой координации и необходимых транзакций.

Для перехода на новую модель бизнеса необходимо пройти несколько этапов в развитии компании. Прежде всего – осуществить ее полную датафикацию и софтверизацию. Практически любую предпринимательскую деятельность можно представить как набор определенных данных, надо только уметь эти данные собирать и анализировать. Традиционно в компаниях данные собираются избирательно, что называется, «под конкретную цель». На основе имеющихся в организации данных разные аналитики могут подготовить принципиально отличающиеся отчеты, начиная от крайне оптимистичных, отражающих бурный рост и развитие, и заканчивая констатацией предбанкротного состояния. Датафикация подразумевает оцифровку абсолютно всей текущей деятельности компании. В свою очередь, софтверизация – это перевод существующих бизнес-процессов в компьютерные программы.

Важно понимать, что простое использование готовых решений, таких как CRM-, ERM-системы¹ и т.п., не даст нужного эффекта. Во-первых, разные программные продукты могут быть несовместимы. Во-вторых, как и в случае с данными, они будут отражать только часть бизнес-процессов, причем искаженно. Соответственно, компании придется подстраивать свои процессы под ПО, а не наоборот. В-третьих, для достижения максимального эффекта крайне важна окружающая компанию экосистема – поставщики, посредники и т.д. – и то, как компания с ними взаимодействует. Логика смарт-бизнеса требует максимального упрощения и ускорения такого взаимодействия, что может быть достигнуто только за счет использования общих интерфейсов, а еще лучше, работы на общих платформах [Коданева, 2020 б].

Очевидно, что соблюдение описанных выше условий породит огромное количество данных и процессов, требующих постоянного и оперативного управления.

Для того чтобы полученные данные позволяли повысить эффективность решения задач, возникающих перед человеком в связи с изменением климата, необходимо их проверять, обрабатывать, анализировать. Здесь ключевую роль должны играть инструменты так называемой *предиктивной аналитики*. Предиктивная аналитика позволяет решать целый комплекс задач:

1. При помощи описательной аналитики создается сводка исторических данных для их дальнейшего анализа. Например, непрерывный сбор информации с помощью датчиков позволит точно идентифицировать момент возникновения природной аномалии.

¹ Customer relationship management, или «Управление отношениями с клиентами» – прикладное программное обеспечение (ПО) для организаций, предназначенное для автоматизации стратегий взаимодействия с заказчиками (клиентами). Enterprise Resource Planning, или «Планирование ресурсов предприятия» – прикладное ПО для автоматизации бизнес-процессов компании.

2. В диагностической аналитике используются различные методы анализа данных для выявления основных факторов, повлиявших на ситуацию. Так, диагностическая аналитика позволяет понять, по какой причине случилась такая аномалия.

3. Предсказательная аналитика позволяет на основе исторических данных строить модели, делающие предсказания. Например, можно прогнозировать будущие опасности путем анализа метеорологических и наземных явлений, а также различных видов загрязнения.

4. Предписывающая аналитика позволяет принимать максимально эффективные решения для минимизации вероятности события. Например, модель предписывающей аналитики на базе данных предсказательной аналитики о вероятности оползня может дать рекомендации о мерах по его недопущению или минимизации негативных последствий (перекрытие дорог, эвакуация населения, мероприятия по принудительному спуску оползня и т.д.).

Инструментарий предиктивной аналитики довольно разнообразен, но ключевыми его элементами являются большие наборы данных и машинное обучение. Прогностическая модель, основанная на машинном обучении, является более динамичной, чем другие модели, поскольку она может изменяться, расти и адаптироваться в зависимости от типа данных, которые ей предоставляются. Она более точная, чем другие инструменты прогнозирования, поскольку всегда может быть перепроверена на имеющихся данных, чтобы определить, насколько точными будут результаты в будущем [Сигель, 2020]. Модели предиктивной аналитики позволяют видеть то, что незаметно или неочевидно человеку, включая скрытые риски.

Кроме того, современные технологии позволяют визуализировать полученные данные, сделать моделирование наглядным, в том числе создавая так называемые «цифровые двойники» практически любого объекта. В последнее время концепция цифровых двойников становится всё более популярной, ее начинают применять в самых разнообразных сферах, начиная от ракетостроения и заканчивая ритейлом (например, «цифровые двойники» покупателя и продавца). Изначально само это понятие зародилось в инженерных науках, применялось для промышленных целей и подразумевало разработку 3D модели создаваемого объекта (например: в космической программе «Аполлон» США или при информационном моделировании зданий в современном строительстве).

Следует отметить, что на сегодняшний день не существует ни единых подходов к определению того, что из себя представляют «цифровые двойники», ни к определению этапов развития информационного моделирования. Это можно объяснить тем, что в различных областях данная технология развивалась по-разному, в зависимости от того, какие задачи требовалось решать ее разработчикам. Однако все-таки можно проследить, как базовые технологии дополнялись новыми свойствами.

Так, изначально *информационное моделирование* представляло собой набор инструментов для проектирования и визуализации в формате 3D различных функциональных атрибутов создава-

емого объекта, а также обеспечения кроссфункционального сотрудничества (между проектировщиками, строителями, инженерами и т.д.) [Matejka, Vitasek, 2018]. Принято считать, что данная технология появилась в 1970-х годах, на основе технологии САПР (система автоматизации проектных работ), созданной в Массачусетском технологическом институте в 1960-х годах [Saldanha, 2019]. С развитием информационных технологий и повышением производительных мощностей компьютеров информационное моделирование стало довольно быстро развиваться и в начале 2000-х получило широкое распространение [BIM Handbook ..., 2018].

Принципиальным отличием информационного моделирования от САПР является возможность не просто создавать объемные проекты зданий, но насыщать их дополнительной негеометрической информацией. Это существенно расширяет доступный функционал, позволяя включать в проектные расчеты финансовую составляющую, требования к количеству и качеству материалов [A framework..., 2015] (что является существенным условием для грамотного планирования закупок), а также контроль всего жизненного цикла будущего объекта. Перечисленные преимущества привлекли внимание компании Autodesk, которая начала активно продвигать технологию информационного моделирования вместе со своими продуктами [Hromada, 2016]. Сегодня существует несколько компаний, предлагающих программные продукты для реализации информационного моделирования [A review ..., 2018]. Их платформы предлагают различные специализированные функции, такие как структурный анализ, мониторинг и анализ энергоэффективности, планирование и контроль соблюдения всех этапов строительства, контроль безопасности труда и даже возможности выявлять расхождения, между тем как отдельные элементы были спроектированы и реализованы на практике.

Второй особенностью концепции информационного моделирования является то, что она обеспечивает создание платформы обмена информацией для всех заинтересованных сторон, что позволяет осуществлять постоянную оценку и контроль достоверности информации, в результате повышается ее качество. Это способствует принятию обоснованных решений [Quantitative analysis ..., 2015].

Однако не следует сводить информационное моделирование исключительно к технологическому инструменту проектирования. Дело в том, что по мере развития современных технологий концепция информационного моделирования стала довольно кардинально меняться. Сегодня все чаще создаются модели не будущих (проектируемых) объектов, а уже существующих. Причем как технических (например, зданий, моделей скоростного транспорта, судов или систем водоснабжения), так и природных. Более того, технология информационного моделирования внедряется в процесс управления всем жизненным циклом объекта.

Информационное моделирование дает положительные результаты при проектировании развития территорий в аспекте реконструкции и сноса устаревших зданий [Exploring the environmental

influence ..., 2019], а также при расчете потребности в различных социальных объектах и проектировании их размещения. Например, проведенное исследование показало возможность рассчитать потоки движения транспорта и пешеходные маршруты и с учетом этого разместить школу таким образом, чтобы дети могли добираться в нее пешком наиболее безопасным маршрутом [Integration of ..., 2016].

Данные моделирования полезны для оценки состояния окружающей среды и отдельных ее объектов. К примеру, экологическая модель водоема позволяет контролировать уровень и качество воды в нем, наличие и количество стойких загрязнений, состояние гидробионтов и т.д. Так, в России уже реализуется проект «Цифровой Обь-Иртышский бассейн». Он направлен на борьбу с обмелением рек Сибири и Урала и будет осуществляться на основе цифровой модели речной экосистемы для оперативного контроля водных ресурсов, оптимизации их использования и улучшения экологической обстановки в регионе. По словам разработчиков, цифровое моделирование экосистемы главных сибирских рек позволит выявить основные факторы, критически влияющие на уровень техногенной нагрузки, определить пути решения проблем, связанных с накопленным экологическим ущербом, и перейти к системной реализации мер по оздоровлению водных объектов [Прохоров, Лысачев, 2020]. Другой проект – по созданию «цифрового двойника» озера Байкал – реализуется учеными Сибири [Байкал ..., 2021].

Использование технологий информационного моделирования способствует повышению уровня безопасности техносферы и укреплению здоровья людей, снижению потребления энергии и выбросов CO₂. Следует подчеркнуть, что современные технологии позволяют моделировать не только физические объекты, но и различные ситуации, такие как пожар, наводнение или оползень [Exploring the environmental influence ..., 2019].

Большинство приведенных примеров связано со способностью технологий информационного моделирования имитировать реальные объекты и процессы в виртуальной среде, что позволяет прогнозировать изменение этих объектов с учетом определенных заданных факторов. Модель может автоматически адаптироваться к изменениям через параметрические отношения между объектами. Безусловно, для эффективности таких моделей ключевую роль играет инетроперабельность, т.е. способность модели взаимодействовать с различными системами, получать нужную информацию из внешних источников (например, социальных медиа, геоинформационных систем и т.д.), а затем ее анализировать, преобразуя в виртуальные модели, что, в свою очередь, обеспечивает необходимый уровень предиктивной аналитики.

Еще одним перспективным направлением уменьшения негативного антропогенного воздействия на окружающую среду является снижение выбросов углекислого газа в энергетическом секторе за счет сокращения потерь электроэнергии при передаче по сетям; развития «зеленой» и, в

частности, *микрогенерации*. В странах Европы все большее распространение получили микрогриды и «Интернет энергии».

«Интернет энергии» – концепция, которая предполагает создание локальной энергетической инфраструктуры, в которую интегрируются производители и потребители энергии и в рамках которой они могут свободно обмениваться энергией. Микрогрид (MicroGrid) – система, которая включает собственные источники генерации энергии и в кризисные ситуации способна взять на себя задачу удовлетворения спроса потребителей. Это своего рода уменьшенная версия централизованной системы электроснабжения. Микрогрид, как правило, работает при подключении к общей центральной сети, но в любой момент он может отключиться и работать за счет своей собственной генерации энергии [Интернет энергии, 2020].

Сегодня в зарубежных странах, прежде всего в Европе и США, данные концепции получают всё более широкое распространение в рамках реализации проектов «умного» города. Одной из целей интеллектуальной энергосистемы для «умного» города является содействие местному производству и местному потреблению энергии, что позволяет избежать потерь энергии при передаче на большие расстояния.

При этом особое внимание привлекает *технология блокчейн*, которая позволяет создать более устойчивую среду для всей энергетической отрасли. Это объясняется тем, что «Интернет энергии» построен на архитектуре, которая представляет собой децентрализованную электроэнергетическую систему. Здесь реализовано интеллектуальное управление потоками электроэнергии, осуществляемое за счет одноранговых энергетических транзакций¹ между ее пользователями.

Технологические особенности блокчейна как нельзя лучше соответствуют задаче создания одноранговой P2 P² сети производства и потребления энергии. Интеллектуальные энергетические системы могут использовать блокчейн для сохранения конфиденциальности пользователей, позволяют им контролировать потребленную и произведенную энергию, т.е. свой энергобаланс, одновременно обеспечивая борьбу с мошенничеством (продажа или покупка необоснованного количества энергии).

Блокчейн создает одноранговые энергетические обмены между жителями «умного» города посредством заключения смарт-контрактов на покупку и продажу энергии. Это позволит кардинально снизить роль оператора сети как гарантирующего поставщика электроэнергии. В городе может быть несколько микрогридов на базе блокчейна, которые «разговаривают» друг с другом. Например, в Бруклине компания LO3 Energy в сотрудничестве с ConsenSys построила микрогриды на основе блокчейна, которые соединяли дома с солнечными панелями на крышах с соседними,

¹ Энергетическая транзакция – акт взаимодействия двух и более субъектов микроэнергосистемы (микрогрида), который состоит из трех слоев энергоинформационного обмена: финансово-договорного, информационно-управляющего и физического (электрического).

² peer-to-peer – прямые транзакции от человека к человеку, между производителем и потребителем.

владельцы которых хотели бы купить «зеленую» энергию. Для этого граждане должны были установить интеллектуальные счетчики, которые отслеживали выработанную и потребленную энергию. Эти одноранговые энергетические транзакции сами по себе создали местную энергетическую экономику [Kundu, 2019].

Еще одним примером является проект системного оператора TenneT, энергокомпании Vandebroen и производителя домашних накопителей Sonnen. Они запустили пилотный проект по использованию домашних накопителей и батарей в электромобилях и для регулирования частоты в энергосистеме [Пердеро].

В России переход к распределенной энергетике с использованием технологии блокчейн позволит устранить недостатки существующей системы, когда просьюмер¹ не может выбрать, по какой цене, у кого и в какое время покупать электроэнергию, а также по какой цене, кому и в какое время продать излишек произведенной или накопленной электроэнергии. В то же время формирование микрогридов позволит создать для владельцев объектов микрогенерации более прозрачные и справедливые условия участия в энергетическом рынке; сделает участие потребителей в производстве электроэнергии экономически обоснованным и выгодным без государственного стимулирования и помощи посредников в лице сбытовой компании. В перспективе сбытовая надбавка гарантирующего поставщика при покупке электроэнергии у просьюмера полностью ликвидируется, что, в свою очередь, снизит стоимость электроэнергии для конечного потребителя. Снижение стоимости на электроэнергию достигается также за счет частичного исключения платы за услуги по ее передаче, которые составляют значительную часть ее цены [Болотов, 2021].

При этом расчеты между участниками сети могут происходить как с помощью традиционных безналичных денег, так и с использованием криптовалюты, а сама энергия может торговаться в виде NFT-токенов². Параллельно блокчейн позволяет запускать проекты микрофинансирования объектов генерации. Так, проект Gimede (победитель в отборе стартап-программы компании Enel) предложил модель полного цикла возврата инвестиций от объектов возобновляемой энергетики, или так называемый BSO (Build, Sell and Operate) [Пердеро].

Наконец, как было отмечено выше, блокчейн полезен в регулировании преобразования и распределения энергии в интеллектуальной сети, обеспечивая большую прозрачность энергетических транзакций. Децентрализованный характер объектов, генерирующих «зеленую» энергию, соответствует способности блокчейна упростить процесс сбора, проверки и предоставления данных о мощности в энергетической компании и происхождении энергии, что имеет немаловажное значение для системы углеродного налога, которую планирует ввести ЕС. Многие эксперты призна-

¹ Просьюмер – человек, который принимает активное участие в процессе производства товаров и услуг, потребляемых им самим.

² Non Fungible Tokens, или «не взаимозаменяемый токен».

ют, что отсутствие в России собственной системы регулирования выбросов приведет к тому, что российские экспортеры ряда отраслей будут платить цену за углерод в бюджет ЕС, а со временем, возможно, – в бюджеты США и азиатских стран (аналоги европейской системы торговли выбросами уже введены в Японии, Корее и ряде провинций Китая) [Бобылев, Семейкин, 2020]. По оценкам Boston Consulting Group, налог на импорт в ЕС в размере 30 долл. за метрическую тонну выбросов CO₂ может сократить пул прибыли иностранных производителей примерно на 20% [Кутырев, Апасова, 2020]. Согласно исследованию KPMG, в результате введения углеродного налога российские производители могут потерять от 6 до 50 млрд евро за период до 2030 г., в зависимости от применяемых способов взимания сбора [Гаранина, 2021].

В целях нивелирования этих рисков для российских компаний-экспортеров необходимо срочно формировать механизмы, которые позволят им доказывать низкий углеродный след своей продукции. Одним из таких механизмов, реализуемых в частности Великобританией, является предоставление (за плату) «зеленых» сертификатов, которые подтверждают, что потребляемая компанией энергия произведена с помощью возобновляемых источников энергии (ВИЭ). Так, проект SolarCoin генерирует сертификаты за каждый МВт*ч выработки чистой энергии.

Кроме того, как показывают научные исследования, сети блокчейна позволят решить еще одну проблему, с которой уже сегодня сталкивается российская энергетическая система. Дело в том, что особенностью просьюмеров является наличие силового преобразователя (инвертора). Каждый инвертор – отдельный центр принятия решений. Неконтролируемое взаимодействие таких устройств друг с другом и с сетью может приводить к сбоям. Поэтому для обеспечения безаварийной и устойчивой работы сети Белгородский филиал «Россети Центр» разрабатывает электросетевой контроллер для управления системами накопления электрической энергии (СНЭ) и объектами микрогенерации (просьюмерами) в сетях 0,4 кВ [Белгородские энергетики, 2021]. Другие исследователи утверждают, что при использовании блокчейна в транзакционных процессах можно напрямую подключать несколько энергетических ресурсов и бытовых приборов, предоставляя пользователям высококачественную, недорогую и эффективную энергию в любом месте и в любое время [Treiblmaier, Rejeb Strebinger, 2020]. Блокчейн обеспечивает прочную коммуникационную основу, которую можно использовать в энергетической сети для оптимизации и обеспечения безопасности процессов торговли энергией P2 P [Jindal, Aujla, Kumar, 2019].

Заключение

Следует отметить, что на сегодняшний день возможности цифровых технологий в сфере смягчения последствий изменения климата мало задействованы в России. Хотя, как представляется, их применение позволило бы более обоснованно подходить к оценке потенциальных рисков, например, связанных с таянием вечной мерзлоты, включая прогнозы относительно разрушения

расположенных на ней зданий и инфраструктуры; предсказывать возникновение таких природных катаклизмов, как наводнения, оползни и пожары; следить за состоянием водных объектов и лесов; решать множество других задач на всех этапах процесса смягчения последствий и адаптации к изменению климата.

Безусловно, следует учитывать не только потенциал цифровых технологий, но также риски и ограничения, связанные с их использованием: отсутствие практической апробации и высокие затраты; риски, связанные с кибербезопасностью, надежностью защиты данных от несанкционированного доступа и т.д. Всё это требует дополнительной тщательной проработки и анализа.

Вместе с тем следует подчеркнуть важность осуществления комплексного подхода при цифровизации рассматриваемой сферы. В настоящее время в России реализуются три национальных проекта: «Цифровая экономика», «Экология» и «Наука», – каждый из которых содержит собственный набор целевых показателей. Обозначенные в настоящей статье вопросы внедрения цифровых технологий для смягчения последствий изменения климата не нашли комплексного решения ни в одном из них.

В связи с этим представляется принципиально важным в качестве первого шага по интеграции указанных национальных проектов создать в рамках Госсовета или Совета по стратегическому развитию и нацпроектам рабочей группы, основной задачей которой была бы разработка необходимых поправок, в том числе плана мероприятий по широкому внедрению цифровых технологий по обозначенным выше направлениям смягчения последствий изменения климата. Кроме того, упомянутые выше разработки, связанные с формированием «цифровых двойников» озера Байкал и Обь-Иртышского бассейна, должны быть распространены на все стратегически значимые природные объекты, расположенные на территории России, включая зону вечной мерзлоты и бассейн Волги.

Очевидно, что это потребует серьезных бюджетных инвестиций. Вполне вероятно, что в сложных экономических условиях, вызванных пандемией COVID-19, они будут отнесены во вторую, а то и более дальнюю «очередь». В этой связи, хочется вновь обратиться к мнению кандидата технических наук, доцента Московского филиала Военно-медицинской академии Дерябина Н.И., который подчеркивает, что именно «деятельность человека стала одним из основных факторов возникновения новых смертельных болезней» и что по мере того как человек будет продолжать уничтожать окружающую его природную среду, различные катастрофические стихийные бедствия и смертельные эпидемии будут возникать все чаще, пока не уничтожат все человечество [Дерябин, 2020].

Очень хочется надеяться, что этот мрачный прогноз не сбудется и что еще есть время исправить тот вред природе, который человечество уже успело нанести. Только действовать нужно начинать немедленно.

Список литературы

1. Байкал и его цифровой двойник // Наука в Сибири. – 2021. – 01.02. – URL: <http://www.sbras.info/articles/science/baikal-i-ego-tsifrovoy-dvoinik> (дата обращения 17.02.2022).
2. Белгородские энергетики разрабатывают универсальный электросетевой контроллер для управления просьюмерами // Коммерсантъ. – 2021. – 03.02. – URL: <https://www.kommersant.ru/doc/4672992> (дата обращения 17.02.2022).
3. Бобылев П.М., Семейкин А.Ю. «Зеленый» протекционизм Европы // Энергетическая политика. – 2020. – № 10(152). – С. 24–33. – DOI: 10.46920/2409–5516_2020_10152_24. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=44140867> (дата обращения 17.02.2022).
4. Болотов П.В. Применение технологии блокчейн в распределенной генерации на основе возобновляемых источников энергии // Управление качеством. – 2021. – № 8. – С. 38–43.
5. Гаранина О.Л. Повестка энергетического перехода: вызовы для России в контексте пандемии // Российский внешнеэкономический вестник. – 2021. – № 4. – С. 40–52. – DOI: 10.24411/2072–8042–2021–4–40–52. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=45724822> (дата обращения 06.03.2022).
6. Дерябин Н.И. Коэволюция интеллектуального социума (кибернетический подход) // Международная научная конференция «Коэволюция техники и общества в контексте цифровой эпохи»: сборник докладов. Москва, НИУ «МЭИ», 17–18 декабря 2020 г. / под общ. ред. А.Л. Андреева, З.К. Селивановой, В.И. Герасимова. – Москва : Издательский дом МЭИ, 2020. – С. 200–205.
7. Жилина И.Ю. Экономические последствия изменения климата // Россия и современный мир. – 2020. – № 3. – С. 50–67. – DOI: 10.31249/rsm/2020.03.04. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=44056066> (дата обращения 17.02.2022).
8. Интернет энергии. MicroGrid. Малая распределенная энергетика // T Adviser. – 2020. – 27.02. – URL: [https://www.tadviser.ru/index.php/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%8C%D1%8F:%D0%98%D0%BD%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%BD%D0%B5%D1%82_%D1%8D%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B8%D0%B8_\(MicroGrid\)_%D0%9C%D0%B0%D0%BB%D0%B0%D1%8F_%D1%80%D0%B0%D1%81%D0%BF%D1%80%D0%B5%D0%B4%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D1%8D%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B5%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0](https://www.tadviser.ru/index.php/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%8C%D1%8F:%D0%98%D0%BD%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%BD%D0%B5%D1%82_%D1%8D%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B8%D0%B8_(MicroGrid)_%D0%9C%D0%B0%D0%BB%D0%B0%D1%8F_%D1%80%D0%B0%D1%81%D0%BF%D1%80%D0%B5%D0%B4%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D1%8D%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B5%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0) (дата обращения 17.02.2022).
9. Канищев М. Как очистить воздух в стране и не платить Европе карбоновый налог // Сноб. – 2021. – 09.02. – URL: <https://snob.ru/entry/203723/> (дата обращения 17.02.2022).
10. Коданева С.И. Зеленая экономика – от осмысления содержания концепции к практике ее реализации (опыт России и зарубежных стран). – Москва : Ruscience, 2020 а. – 144 с.
11. Коданева С.И. Искусственный интеллект как основа smart-бизнеса // Россия : тенденции и перспективы развития. – Москва : ИНИОН РАН, 2020 б. – Т. 15, вып. 1. – С. 445–450.
12. Кутырев Г.И., Апасова А.М. Пограничный корректирующий механизм ЕС как фактор влияния на внешнеэкономическую деятельность РФ // Вестник Московского Университета им. С.Ю. Витте. Серия 1: экономика и управление. – 2020. – № 4(35). – С. 58–65. – DOI: 10.21777/2587–554 X-2020–4–58–65 – URL: <https://vestnik-muiv.ru/article/pogranichnyu-korrektruyushchiy-mekhanizm-es-kak-faktor-vlianiya-na-vneshneekonomicheskuyu-deyateln/> (дата обращения 06.03.2022).
13. Мюллер Х. Der Spiegel (Германия): как вирус изменил мир // ИНОСМИ. РУ. – 2020. – 31.12. – URL: <https://inosmi.ru/social/20201231/248813388.html> (дата обращения 17.02.2022).
14. Наше общее будущее : доклад Всемирной комиссии по вопросам окружающей среды и развития Генеральной Ассамблеи Организации Объединенных Наций (1987) // Организация Объединенных Наций: Официальный сайт. – URL: <http://www.un.org/ru/ga/pdf/brundtland.pdf> (дата обращения 17.02.2022).
15. Пердеро А. Как создать блокчейн-энергетику // Нефтегазовая вертикаль. – URL: <http://www.ngv.ru/magazines/article/kak-sozdat-blokcheyn-energetiku/> (дата обращения 17.02.2022).
16. Преобразование нашего мира: повестка дня в области устойчивого развития на период до 2030 г. : резолюция Организации Объединенных Наций (2015) // Организация Объединенных Наций: Официальный сайт. – URL: <https://undocs.org/ru/A/RES/70/1> (Дата обращения: 17.02.2022).
17. Прохоров А., Лысачев М. Цифровой двойник. Анализ, тренды, мировой опыт. – Издание первое, исправленное и дополненное. – Москва : ООО «АльянсПринт», 2020. – 401 с.
18. Сигель С. Предиктивная аналитика – ключевые идеи // Искусственный интеллект. Предсказательная аналитика и системы поддержки принятия решений. – Москва : МФТИ, 2020. – № 5. – С. 10–17.
19. A framework for dimensional and surface quality assessment of precast concrete elements using BIM and 3D laser scanning / Kim M.K., Cheng J.C., Sohn H., Chang C.C. // Automation in Construction. – 2015. – Vol. 49, Part B. – P. 225–238. – URL: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2014.07.010> (дата обращения 17.02.2022).
20. A review of currently applied building information modeling tools of constructions in China / Li J., Li N., Peng J., Cui H., Wu Zh. // Journal of Cleaner Production. – 2018. – Vol. 201. – P. 358–368. – URL: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.08.037> (дата обращения 17.02.2022).
21. BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors / Eastman C., Teicholz P., Sacks R., Liston K. – 3 nd Edition. – John Wiley & Sons, Inc., 2018. – 688 p.
22. Effects of Circular Economy Policies on the Environment and Sustainable Growth: Worldwide Research / Abad-Segura E., Batlles de la Fuente A., González-Zamar M.-D., Belmonte-Ureña L. Je. // Sustainability. – 2020. – N 12(14) – P. 5792 – URL: <https://www.mdpi.com/2071-1050/12/14/5792> (дата обращения 17.02.2022).

23. Exploring the environmental influence on BIM adoption for refurbishment project using structural equation modelling / Okakpu A., GhaffarianHoseini A., Tookey J., Haar J., Ghaffarianhoseini A. // Architectural Engineering and Design Management. – 2019. – Vol. 16, N 1. – P. 41–57. – URL: <https://doi.org/10.1080/17452007.2019.1617671> (дата обращения 17.02.2022).
24. Hossain K. The effectiveness of international law in «greening» the economy: challenges for the developed and developing world // American society of international law. – 2014. – Vol. 108. – P. 407–410.
25. Hromada E. Life cycle costing from the investor's and facility manager's point of view // Central Europe Towards Sustainable Building 2016: Innovations for Sustainable Future. – 2016. – Vol. 2. – P. 1374–1380.
26. Integration of BIM and GIS for Formal Representation of Walkability for Safe Routes to School Programs / Kim J.I., Koo B.S., Suh S.D., Suh W.H. // Journal of Civil Engineering. – 2016. – Vol. 20. – P. 1669–1675. – URL: https://www.infona.pl/resource/bwmeta1.element.springer-doi-10_1007-S12205-015-0791-4 (дата обращения 17.02.2022).
27. Jindal A., Aujla G.S., Kumar N. SURVIVOR: A blockchain based edge-as-a-service framework for secure energy trading in SDN-enabled vehicle-to-grid environment // Computer Networks. – 2019. – Vol. 153. – P. 36–48. – URL: <https://doi.org/10.1016/j.comnet.2019.02.002> (дата обращения 17.02.2022).
28. Kundu D. Blockchain and Trust in a Smart City // Environment and Urbanization ASIA. – 2019. – Vol. 10, Issue 1. – P. 31–43. – URL: <https://doi.org/10.1177/0975425319832392> (дата обращения 17.02.2022).
29. Matejka P., Vitasek S. Comparison of different cost estimation methods with use of building information modelling (BIM) // 17th International Scientific Conference Engineering for Rural Development. – 2018. – May. – P. 843–849. – DOI: 10.22616/ERDev2018.17.N 154
30. Quantitative analysis of warnings in building information modeling (BIM) / Lee H.W., Oh H., Kim Y., Choi K. // Automation in Construction. – 2015. – Vol. 51. – P. 23–31. – URL: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2014.12.007> (дата обращения 17.02.2022).
31. Rockström J., Sukhdev P. Presentation at EAT conference. – URL: <https://www.youtube.com/watch?v=tah8QlhQLeQ> (дата обращения 17.02.2022).
32. Saldanha A.G. Applications of building information modelling for planning and delivery of rapid transit // Municipal Engineer. – 2019. – Vol. 172, N 2. – P. 122–132. – URL: <https://doi.org/10.1680/jmuen.16.00045> (дата обращения 17.02.2022).
33. Treiblmaier H., Rejeb A., Strebinger A. Blockchain as a Driver for Smart City Development: Application Fields and a Comprehensive Research Agenda // Smart Cities. – 2020. – Vol. 3. – P. 853–872. – URL: <https://doi.org/10.3390/smartcities3030044> (дата обращения 17.02.2022).
34. Wu R., Xie Z. Identifying the impacts of income inequality on CO₂ emissions: Empirical evidences from OECD countries and non-OECD countries // Environmental Science and Pollution Research. – 2020. – URL: <https://doi.org/10.1007/s11356-020-10733-z> (Дата обращения 17.02.2022).

ROLE OF DIGITAL TECHNOLOGIES IN ENSURING SUSTAINABLE DEVELOPMENT

Svetlana Kodaneva

PhD (Law. Sci.), leading researcher of the Department of law, Institute of Scientific Information for Social Sciences, Russian Academy of Sciences (Moscow, Russia).

Abstract. *Natural disasters and epidemics of zoonotic origin, which have become more frequent over the past years, lead to significant socio-economic damage. It is becoming increasingly obvious that the achievement of the UN Sustainable Development Goals should be based primarily on ensuring environmental sustainability. This requires taking measures to reduce the negative anthropogenic impact on the environment and to adapt to the adverse effects of climate change. This article analyzes what role digital technologies can play in solving these problems.*

Keywords: *sustainable development; climate change; natural disasters; digital technologies.*

For citation: Kodaneva S.I. Role of digital technologies in ensuring sustainable development // Social Novelties and Social Sciences : [electronic journal]. – 2022. – № 1. – Pp. 59–73.