ООН программа по окружающей среде
1972-2022

АНАЛИТИЧЕСКИЙ обзор 027

Ноябрь 2021 года

Раннее предупреждение, новые проблемы и перспективы

Растущее влияние цифровизации

Справочная информация

За публикацию аналитических обзоров отвечает Программа Организации Объединенных Наций по окружающей среде; их целью является освещение проблем экологических изменений, представление новой научной темы или обсуждение текущей экологической проблемы. Широкие круги лиц получают возможность узнать, что происходит с меняющейся окружающей средой и каковы последствия повседневного выбора, а также поразмышлять о будущих направлениях политики. В 27-м выпуске аналитического обзора ЮНЕП рассматривается влияние использования Интернета на окружающую среду и растущая цифровизация экономики. В нем излагаются некоторые меры по смягчению последствий, внедрение которых позволит повысить экологичность нашего цифрового будущего.

Аннотация

С 2010 года число пользователей Интернета по всему миру удвоилось, а объем мирового интернет-трафика увеличился в 12 раз. Цифровые услуги, которыми мы пользуемся, иногда называют «технологиями в нематериальной форме», но так ли это на самом деле? Компьютеры, серверы и другие электронные устройства требуют большого количества природных ресурсов. Энергия, необходимая для их работы, становится причиной выбросов большого количества CO_2, а плановое устаревание и низкий процент переработки приводят к образованию электронных отходов. Подавляющее большинство данных в облачном хранилище не используется. Эти технологии приносят множество преимуществ, в том числе для окружающей среды, однако необходимо, чтобы пользователи, поставщики услуг и лица, определяющие политику, понимали, каково воздействие этих технологий, и разрабатывали пути перехода к более экологичным цифровым технологиям.

Введение

За последнее десятилетие значение Интернета и связанных с ним цифровых технологий в нашей личной и профессиональной жизни возросло в геометрической прогрессии. «Жизнь в облаке», то есть с нашей музыкой, фотографиями, фильмами, электронной почтой, документами, социальными сетями, хранящимися на удаленных серверах, мгновенно доступными с ПК, ноутбука или мобильного телефона практически из любого уголка земли, стала привычной. Кроме того, большинство наших экономических операций теперь цифровые. Согласно оценкам, мировой ВВП станет на 60% цифровым к концу 2022 года, и 70% новой стоимости, созданной в экономике в течение следующего десятилетия, придется на цифровые платформы (Всемирный экономический форум, 2019 год).

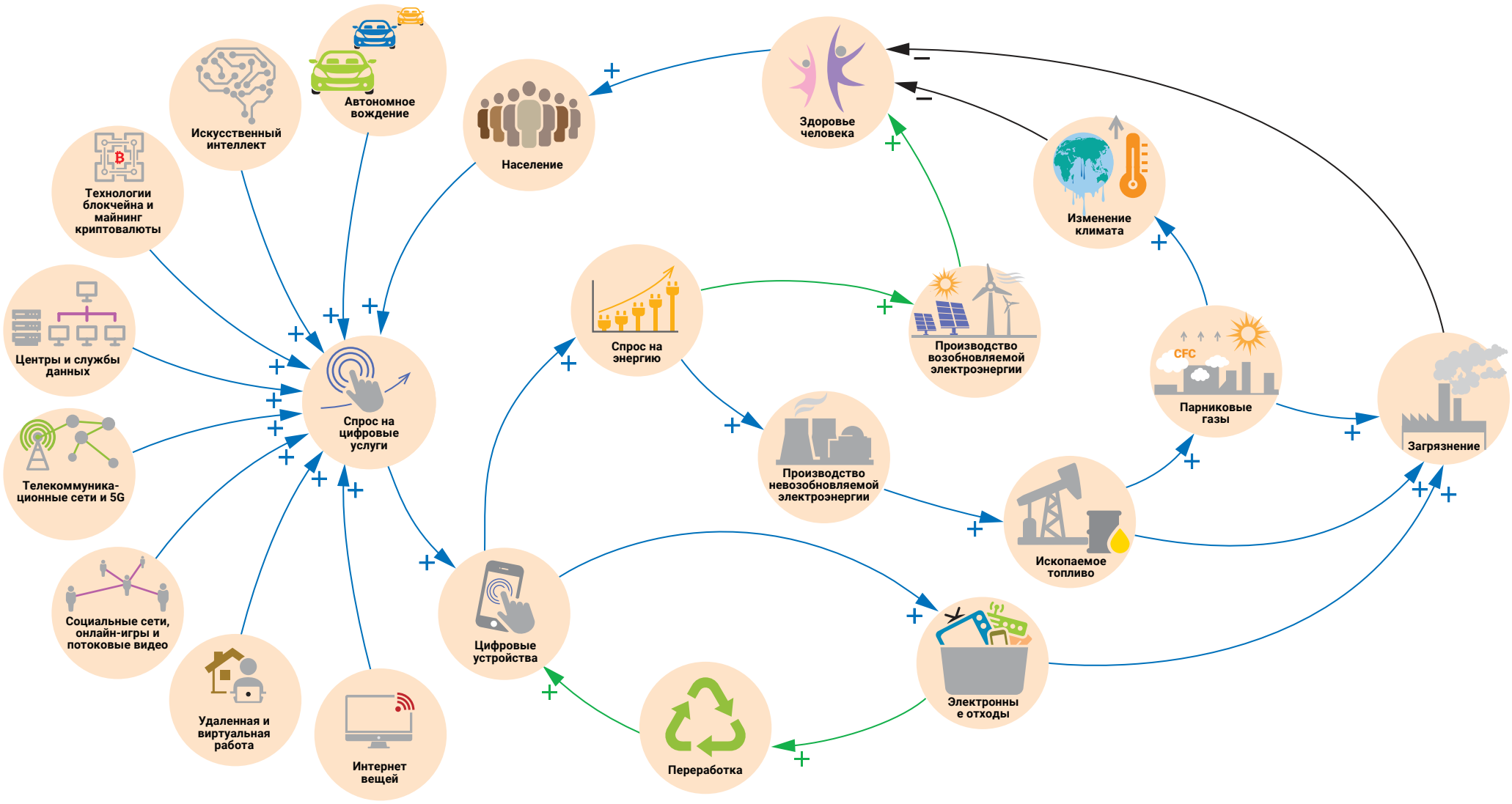
Хотя половина населения земного шара не имеет доступа к Интернету (Генеральный секретарь ООН, 2020 год), в настоящее время 4,2 миллиарда человек пользуются социальными сетями. Сегодня мобильными телефонами пользуются 5,2 миллиарда человек, что делает эти устройства самым широко используемым устройством с доступом к Интернету во всем мире (Kemp 2021). С 2010 года число пользователей Интернета в мире удвоилось, а объем мирового интернет-трафика увеличился в 12 раз (Международное энергетическое агентство [МЭА], 2020 год). В 2020 году Интернетом пользовалось более половины населения земного шара (4,7 миллиарда человек), причем ежедневно более миллиона человек выходили в Интернет впервые.

Кризис пандемии COVID-19 ускорил цифровую трансформацию. Значительная часть нашей способности противостоять COVID-19 была основана на цифровых технологиях, включая разработку вакцин, моделирование рисков и отслеживание контактов. Многие работодатели и учебные заведения также перешли на онлайн-формат, а веб-конференции в большинстве развитых стран стали стандартом для работы и учебы, а также для поддержания связи с семьей и друзьями.

Авторство фото: Белен Десмезон

Цифровые успехи ошеломляют, учитывая короткие временные рамки их технической реализации. Но они также сопряжены с некоторыми издержками, поскольку производство аппаратного обеспечения и электроэнергии, необходимой для поддержки такого количества устройств, серьезно влияет на окружающую среду. Цифровая экономика позволяет снизить наше воздействие на окружающую среду, например, предлагая видеоконференции вместо полетов на встречи и многих других преимуществ (см. ЮНЕП 2019a; ЮНЕП 2020 г.). Таким образом, в данном аналитическом обзоре представлен один вопрос и ответ на него: как мы можем сделать наше цифровое будущее более экологичным?

Перспектива системного мышления



Спрос на цифровые услуги стимулирует производство и поставку цифровых устройств, что увеличивает потребность в электроэнергии. Снабжение электроэнергией за счет ископаемых видов топлива, которые загрязняют окружающую среду и увеличивают выбросы парниковых газов, усугубит изменение климата, что, в свою очередь, негативно скажется на здоровье человека. Цифровые устройства, при их разработке и применении с использованием возобновляемых источников энергии и компонентов, пригодных для вторичной переработки, таких как батареи, помогут положительно повлиять на здоровье человека за счет сокращения загрязнения и замедления процесса изменения климата. Такой подход, в свою очередь, приводит к более устойчивому росту спроса на цифровые услуги. (+) Влияние в одном направлении, (-) влияние в противоположном направлении.

Почему этот вопрос важен?

Интернет-трафик растет в геометрической прогрессии, при этом 2020 год стал переломным моментом, поскольку глобальный интернет-трафик увеличился почти на 40% в период первой волны пандемии COVID-19. Это тенденция, которая будет усиливаться по мере сокращения цифрового разрыва. Этот рост был вызван удаленной работой, резким спросом на видеоконференции, онлайн-игры, потоковое видео и социальные сети. Хотя их влияние трудно оценить, эти изменения действительно снизили потребность в мобильности и сопутствующие выбросы, но каково было воздействие самих технологий на окружающую среду?

Однозначно ответить непросто, поскольку ответ зависит от многих факторов, таких как способ получения электроэнергии для производства и использования цифрового оборудования, например, за счет возобновляемых источников энергии или угольных электростанций. Вот некоторые средние цифры: поисковый запрос производит около 1,45 грамма CO_2 (Gröger, 2020). При 50 запросах, совершаемых ежедневно, на одного человека приходится 26 кг CO_2e (**эквивалент диоксида углерода**) в год. Цифра не кажется существенной, однако ее необходимо умножить на миллиарды людей, каждый день ищущих информацию в Интернете. Компания Google сообщила об углеродном следе за 2018 г. в размере 4,9 млн тонн CO_2e и потреблении электроэнергии в размере 10 ТВт-ч[1] (Google, 2019 г.), что составляет четверть энергии, потребляемой Новой Зеландией или Венгрией (МЭА, 2021 г.). Ниже перечислены некоторые из последствий такого масштабного использования Интернета и цифровизации.

Увеличение спроса на электроэнергию

Если бы Интернет был страной, она стала бы шестым по величине потребителем электроэнергии на планете, расходуя до 7% мирового потребления электроэнергии (Andrae 2020; eon 2021) и являясь причиной 3,8% глобальных выбросов парниковых газов (ПГ) (Bordage 2019), что больше, чем международное воздушное сообщение, на долю которого приходится 2,5% выбросов ПГ (Lee *et al*. 2021).

[1] ТВт-ч = 1 000 000 000 000 Втч

> *«Если бы Интернет был страной, он оказался бы шестым по величине потребителем электроэнергии на планете,...»*
>
> Andrae 2020; eon 2021

Например, согласно подсчетам, в Германии 400 крупных и более 50 000 малых центров обработки данных только в 2018 году потребляли 14 ТВт-ч, что составляет 2,7% от общего потребления электроэнергии в Германии, и примерно столько же, сколько необходимо целому Берлину (Hintemann 2019). Все центры обработки данных, сети и устройства в Германии потребляют 55 ТВт-ч, что эквивалентно 10 угольным электростанциям среднего размера (Klumpp 2018; Statistica 2021). Эта цифра почти на 40% больше, чем в 2010 году (Hintemann 2019).

Хотя экономия энергии за счет повышения эффективности выровняла кривую энергопотребления, глобальные тенденции, такие как добыча криптовалют, использование облачных вычислений, искусственный интеллект, виртуальная и дополненная реальность, автономное вождение, «Интернет вещей» и предполагаемое внедрение технологий 5G, приведут к дальнейшему увеличению спроса на энергию.

Авторство фото: Белен Десмезон

Авторство фото: Белен Десмезон

Воздействие цепочек поставок полезных ископаемых и металлов, необходимых для цифровых продуктов и энергетических технологий

Биты и байты невидимы для наших глаз, но механизмы, управляющие этой скрытой сетью, созданы из материалов, добытых из недр земли. Этот процесс добычи, а также производственный процесс по превращению полезных ископаемых в мобильные телефоны, компьютеры и серверы оказывают свое влияние на окружающую среду на протяжении всего жизненного цикла. Точно также повышающийся уровень технологий «зеленой» энергетики, поддерживающих цифровые технологии, включает цепочки поставок, основанные на широком использовании металлов и редкоземельных минералов.

В странах с нестабильной политической ситуацией, где управление горнодобывающим сектором недостаточно, добыча этих полезных ископаемых может быть связана с насилием, конфликтами, нарушениями прав человека и серьезным ущербом окружающей среде. Во многих случаях глобальные запасы этих ключевых полезных ископаемых расположены в районах, где процветают нестабильность, конфликты и насилие. Кобальт, графит, медь и редкоземельные металлы вызывают особую озабоченность, поскольку их основные месторождения сосредоточены в уязвимых регионах. Значительные запасы 18 ключевых полезных ископаемых обнаружены в странах, занимающих **высокие места** в рейтинге индекса восприятия коррупции за 2017 год (Международный институт устойчивого развития [IISD], 2018 год).

Авторство фото: Shutterstock.com

Увеличение количества электронных отходов

Срок службы нашего цифрового аппаратного обеспечения относительно короток — часто всего несколько лет, тогда как проблемы правильного сбора и, в лучшем случае, переработки по-прежнему огромны.

В 2019 году было произведено рекордных 53,6 миллиона метрических тонн электронных отходов, что эквивалентно весу 125 000 гигантских самолетов Boeing 747, что больше, чем вес всех когда-либо созданных коммерческих самолетов. Из-за этого электронные отходы представляют собой самый быстрорастущий поток бытовых отходов в мире, главным образом за счет более высоких показателей потребления электрического и электронного оборудования, коротких жизненных циклов и лишь нескольких вариантов ремонта. Только 17,4 процента электронных отходов были, согласно официальным отчетам, собраны и отправлены на переработку.

Только в 78 странах действует законодательство в области электронных отходов (Forti *et al*., 2020).

Поскольку официально перерабатывается менее 20% электронных отходов, остальные 80% либо попадают на свалки, либо перерабатываются неофициально, при этом большая часть процессов производится вручную в развивающихся странах, подвергая работников воздействию опасных и канцерогенных веществ, таких как ртуть, свинец и кадмий. Электронные отходы, попадающие на свалки, загрязняют почву и грунтовые воды, подвергая риску системы снабжения продовольствием и источники воды (Организация Объединенных Наций, 2017 г.; ЮНЕП 2019b; Forti *et al*. 2020 г.). Эти опасные вещества угрожают здоровью человека при непосредственном контакте, а также при загрязнении почв и воды. В основном страдает беднейшее население наименее развитых стран и, следовательно, воздействие на общество и окружающую среду оказывается значительным.

Каковы основные выводы?

Поскольку перевод услуг в цифровой формат и потребление цифровых услуг увеличиваются и будут ускоряться в будущем по мере устранения цифрового неравенства, важно учитывать влияние, которое этот процесс оказывает на окружающую среду.

- **Потребление энергии и выбросы CO_2:** хорошей новостью является то, что быстрое повышение энергоэффективности за последние годы помогло ограничить рост спроса на энергию со стороны центров обработки данных (**Рисунок 1**) (МЭА 2017 г.; Shehabi *et al*. 2018; Masanet *et al*. 2020).

  Тем не менее, общее потребление энергии и связанные с этим выбросы парниковых газов, причиной которых являются ИКТ, неуклонно растут.

- **Потребление энергии:** выросло с 700 ТВт-ч в 2010 году до 1500–3000 ТВт-ч в 2020 году и 8000 ТВт-ч, включая серую энергию, необходимую для производства оборудования (Bordage 2019; Andrae 2020).

Глобальные тенденции в интернет-трафике, рабочих нагрузках центров обработки данных и энергопотреблении центров обработки данных, 2010-2019 гг.

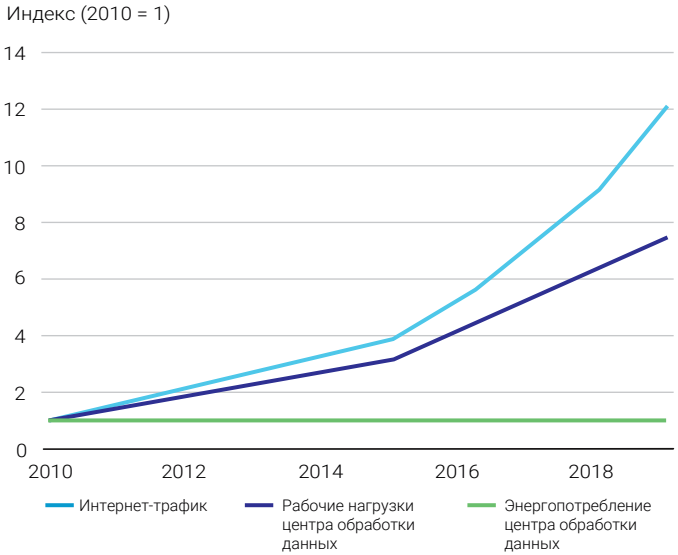


Рисунок 1. *Глобальные тенденции в интернет-трафике, рабочих нагрузках центров обработки данных и энергопотреблении центров обработки данных, 2010-2019 гг. (МЭА, 2020 г.)*

Потребление электроэнергии ИКТ в 2018-2030 годах (ТВт-ч)

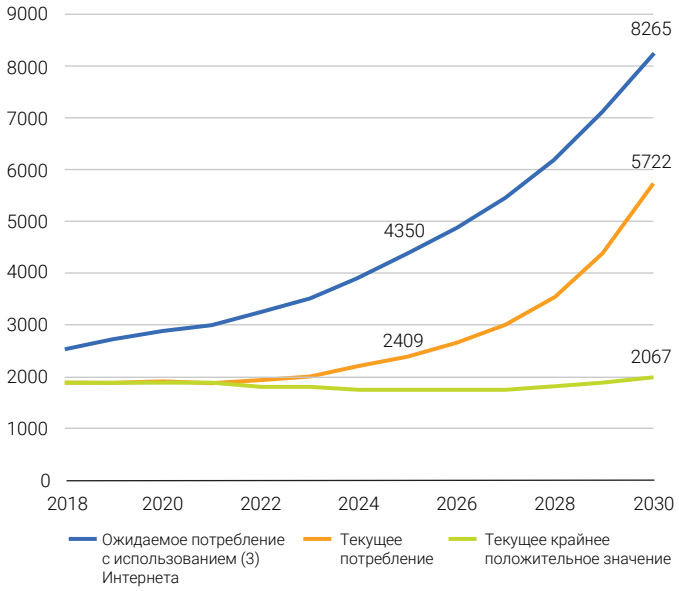


Рисунок 2. *Сценарий использования электроэнергии ИКТ. (Andrae, 2020)*

- **Выбросы парниковых газов:** объемы выбросов увеличились с 0,8 до 1,5-2 Гт CO_2e без учета производственного процесса, из-за которого значения вырастут еще на 10-40% (Malmodin and Lundén 2018; Bordage 2019; Bieser *et al*. 2020).

  Сценарии будущего энергопотребления ИКТ прогнозируют значительный рост (**Рисунок 2**): оценки самых оптимистичных и пессимистичных исследований показывают, что до 2030 года спрос на энергию на этапе использования может незначительно вырасти до 2000 ТВт-ч, а может повыситься до более чем 8000 ТВт-ч (Andrae and Edler, 2015; Belkhir and Elmeligi, 2018; Hintemann, 2018; Bordage, 2019; Efoui-Hess, 2019; Andrae, 2020; Bieser *et al*., 2020; Obringer *et al*., 2021).

- **Сокращение выбросов:** повышение энергоэффективности на этапе использования имело важное значение в последние годы; однако оно больше не способно компенсировать все возрастающие требования конечного пользователя к продукции, например размеру экрана или энергопотреблению, то есть проявляется классический «эффект отдачи».

С целостной точки зрения воздействия на окружающую среду недавнюю тенденцию к онлайн-видеоконференциям и работе из дома, вызванную пандемией COVID, можно рассматривать, по крайней мере, частично, как положительную для сокращения выбросов: несмотря на недостаточный для сбора подробных данных срок, есть основания полагать, что выбросы парниковых газов, связанные с транспортом, существенно сократятся за период кризиса. Растущее потребление энергии из-за все более масштабного перехода на цифровые решения, вероятно, составляет лишь малый процент от этого снижения потребления энергии (и выбросов).

- **Видеоматериалы:** доступны на разных платформах, при этом для просмотра не требуется загрузка (потоковое вещание) — на такие видео приходится до 80 процентов глобальной передачи данных (Efoui-Hess 2019). Большинство из этих видеороликов не связаны с работой, а предназначены для просмотра на досуге. За одну минуту на Netflix транслируется около 400 тысяч часов фильмов, а пользователи YouTube смотрят 4,5 миллиона видео (**Рисунок 3**) (Lewis 2019; Statista 2020).

Рисунок 3. *Оценка данных, созданных за минуту в Интернете. (Statista, 2020)*

> *«Сегодня мы используем только 6% создаваемых данных. Остальные 94% попадают в места, которые я называю свалками данных».*
>
> Антонио Нери, генеральный директор Hewlett Packard Enterprise, заявление на Всемирном экономическом форуме в Давосе в 2020 г., цитата Lucy Ingham (2020 г.).

- **Центры обработки данных:** будучи «каркасом» Интернета, во всем мире существует всего несколько тысяч крупных центров обработки данных, в которых размещено не более 67 миллионов серверов (Bordage 2019; Statistica 2021). Они потребляют около 400–500 ТВт-ч электроэнергии, выбрасывая 200–250 Мт CO_2e (включая производственные выбросы) (Bieser *et al*. 2020). Около 60 процентов выбросов парниковых газов центров обработки данных приходится на ИТ-компоненты, такие как серверы, системы хранения данных и сети. Сорок процентов выбросов парниковых газов приходится на инфраструктуру, особенно на устройства для охлаждения и кондиционирования воздуха, а также надежного электроснабжения. Для охлаждения этих систем требуется огромное количество энергии. Хотя тепло, вырабатываемое на серверных фермах, может быть использовано, например, для обогрева близлежащих домохозяйств, повторно его используют только 19% мировых центров обработки данных. На этап использования приходится 90% выбросов парниковых газов (Bieser *et al*. 2020).

  Кроме того, огромные объемы данных, хранящихся «в облаке», состоят из старых и устаревших фрагментов информации. Антонио Нери, генеральный директор Hewlett Packard Enterprise, считает, что используется только 6% генерируемых данных; остальные 94% отправляются в хранилища, которые он называет «свалками данных» (Ingham 2020).

- **Телекоммуникационные сети:** сети, соединяющие пользовательские терминалы друг с другом и с центрами

Авторство фото: Shutterstock.com

обработки данных, состоят из 1,1 миллиарда оптоволоконных маршрутизаторов, 10 миллионов ретрансляторов мобильной связи и 200 миллионов интернет-«соединителей» (Bordage 2019). Энергопотребление телекоммуникационных сетей в 2020 году составило около 200-550 ТВт-ч, а выбросы ПГ составили 200-250 млн т CO_2e (включая затраченное на производство приборов). На фазу использования телекоммуникационных сетей приходится 90% от общего объема выбросов парниковых газов (Bieser *et al*, 2020).

- **Конечные устройства:** использование компьютеров, ноутбуков, планшетов и смартфонов приводит к выбросу дополнительных 900-1100 метрических тонн CO_2e. На производство и транспортировку конечных устройств приходится более 50% их выбросов парниковых газов, и эта цифра может возрасти (Bieser *et al*. 2020).

- **5G:** поскольку частоты 5G могут передаваться только на короткие расстояния, небольшие вышки сотовой связи размером со средний чемодан необходимо будет размещать на расстоянии 250 метров друг от друга. Для работы такой ячейки требуется от 200 до 1000 Вт мощности. Хотя в рамках 5G требуется меньше энергии для передачи каждого ГБ, чем для передачи с использованием 4G (GSMA 2019; t3n 2019), для обеспечения пятого поколения связи требуется большее количество антенн, что увеличивает спрос на электроэнергию. С 4G цифровые устройства одновременно подключаются к одному элементу инфраструктуры (вышке сотовой связи), которая передает данные на следующую вышку и так далее. При подключении к 5G устройства и оборудование будут взаимодействовать с несколькими вышками сотовой связи и другой инфраструктурой одновременно. Традиционных центров обработки данных будет недостаточно для обеспечения такой возможности подключения и времени ожидания. Для уменьшения времени ожидания потребуется гораздо больше центров обработки данных; многие из этих «микроцентров обработки данных» расположены прямо на границах сети (т. е. у основания вышки сотовой связи), что может привести к увеличению общего энергопотребления сети на 150-170 процентов к 2026 году (EMFSA 2019).

В докладе говорится, что сети 5G во Франции ответственны за выброс в атмосферу от 3 до 7 миллиардов дополнительных тонн CO_2, что составляет 1-2% текущих выбросов (Франция, Haut Conseil pour le Climat 2020). В дополнение к новым сетевым требованиям, новое поколение мобильных устройств, способное поддерживать 5G, должно появиться на рынке, что приведет к тому, что используемые в настоящее время мобильные телефоны, а также другие технические устройства будут считаться устаревшими. Довольно большое влияние 5G окажет на емкость аккумулятора из-за возросшего спроса на вычислительную мощность.

- **Искусственный интеллект (ИИ):** искусственный интеллект все больше проникает в человеческое общество и во все сферы его жизни, от гостиной с распознаванием речи до облачных решений для приложений глубокого обучения для использования в критически важных инфраструктурах. Искусственный интеллект может привести к увеличению энергопотребления центрами обработки данных. Исследователи из Массачусетского технологического института подсчитали, что обучение одного приложения искусственного интеллекта для распознавания речи генерирует в пять раз больше CO_2, чем одна машина на протяжении всего срока эксплуатации (Hao 2019; Strubell, Ganesh and McCallum 2019).

- **Технология блокчейна:** одна биткойн-транзакция потребляет около 660 кВт-ч (Digiconomist 2020), что эквивалентно эксплуатации 150-ваттного холодильника в течение примерно восьми месяцев. Если бы Биткойн был страной, то с потреблением 60-80 ТВт-ч он занял бы 38-е место по

Авторство фото: Shutterstock.com

потреблению электроэнергии между Бельгией и Австрией. С 37 миллионами тонн выбросов углекислого газа Биткойн занял бы место между Новой Зеландией и Ирландией (Kamiya 2019; Digiconomist 2020). Иран решил запретить производство биткоинов, так как из-за этого процесса возникла нехватка электроэнергии (Turak 2021). Такое значительное влияние связано с выбором методологии майнинга биткоинов. Не все технологии блокчейна требуют такого количества энергии. Альтернативные цифровые валюты создают токены другими способами и потому требуют меньше энергии.

- **Беспилотное вождение:** хотя автомобили с беспилотными технологиями все еще находятся на ранней стадии разработки, расширение их использования существенно увеличит потребности в пропускной способности мобильной связи и Интернета. Подсчитано, что управляемый автономно автомобиль генерирует от четырех до восьми терабайт данных в день и загружает в облако 25-250 гигабайт данных в час (Kallenbach 2017; it-daily 2021).

Авторство фото: Shutterstock.com

Авторство фото: Белен Десмезон

Какие меры предпринимаются?

В отрасли растет внимание к общему цифровому следу, а также интерес к поиску экологически устойчивых решений для глобальной цифровизации:

- **Обязательства в области нулевых выбросов:** крупные операторы облачных вычислений и центров обработки данных, в том числе Amazon, Google и Microsoft, а также более мелкие и национальные провайдеры, приняли обязательства по достижению целей в области нулевого сокращения выбросов к 2030 году или ранее (Stramski 2020). Многие из них уже приняли определенные меры, такие как крупные инвестиции в ветряные турбины и фотоэлектрические установки. Многие компании компенсируют свои выбросы CO_2, например, инвестируя в технологии сокращения выбросов CO_2 или метана или в проекты регенеративного сельского хозяйства и лесовосстановления (Apple 2020; RegenNetwork 2021).

- **Перемещение крупных серверных ферм:** некоторые компании полностью перенесли свои серверные фермы в районы, богатые возобновляемыми источниками энергии, такие как Норвегия.

- **Повторное использование тепла:** некоторые центры обработки данных начали проекты, направленные на повторное использование тепла, выделяемого в процессе охлаждения, для обогрева близлежащих зданий (Börje 2019).

- **Повышение энергоэффективности:** эффективность значительно возросла на всех уровнях технологии. Так называемые «гипермасштабные»[2] центры обработки данных, например, значительно повысили собственную энергоэффективность.

- **Международные инициативы:** *Зеленая цифровая декларация ЕС*: 26 генеральных директоров компаний подписали Декларацию в поддержку зеленой и цифровой трансформации ЕС. Двадцать семь стран ЕС плюс еще 2 государства-члена подписали декларацию ЕС, обязывающую их возглавить зеленую цифровую трансформацию. *«Цифровизация для устойчивого развития — Наука как часть диалога»* (D4S): это новая европейская исследовательская группа, которая занимается разработкой прогрессивного видения цифровизации, способствующей экологической и социальной устойчивости. Проект направлен на усиление научно-политического дискурса путем проведения всестороннего анализа возможностей, рисков и вариантов управления в отношении цифровизации и устойчивого развития.

[2] Гипермасштабные сети — это вычислительные сети для совершения масштабных вычислений в сфере облачных вычислений и больших данных. Инфраструктура гипермасштабных сетей спроектирована таким образом, что становится возможна горизонтальная масштабируемость. Соответственно, гипермасштабируемые ЦОД обеспечивают очень высокий уровень производительности и пропускной способности, а также создают избыточность.

Какие выводы следует сделать при разработке политики?

Очевидно, что цифровизация открывает множество возможностей для объединения людей, проектов и идей. Тенденция очевидна, поэтому экономика формируется вокруг этих новых технологий. Однако для того, чтобы цифровизация сама по себе не превратилась в экологическую проблему, политики, компании, поставщики услуг и пользователи могут предпринять различные меры и стимулирующие действия:

- **Производство электроэнергии:** ускорить внедрение и предоставить информацию о возобновляемых источниках энергии для отраслей ИКТ, включая производителей и серверные фермы. Сюда относится также покупка сертификатов, подтверждающих выработку возобновляемой энергии.

- **Экологизация цепочки поставок ИКТ:** улучшить управление цепочкой поставок сектора ИКТ, особенно в том, что касается добычи редкоземельных минералов и металлов, переработки электронных отходов и безопасной утилизации токсичных материалов.

- **Продолжительность жизненного цикла:** увеличить срок службы серверов и других устройств, используя эволюционный дизайн и модели циклической экономики, чтобы обеспечить модернизацию и возможность замены ключевых компонентов. Обеспечить повторное использование или полную переработку при выводе из эксплуатации.

- **Охлаждение:** уменьшить количество кондиционеров, необходимых для серверных ферм, и повторно использовать выделяемое тепло для других целей.

- **Цифровой мусор:** призывать пользователей и учреждения к удалению неиспользуемого содержимого облачного хранилища или архивации информации на внешние диски, которые отключены при длительном хранении.

- **5G:** изучить преимущества и негативные последствия этой новой технологии, а также альтернативы, такие как высокоскоростные оптоволоконные кабели. Рассмотреть возможность установки одной сети антенн, которые могут совместно использоваться различными операторами, чтобы уменьшить количество антенн, тем самым снижая количество необходимого оборудования, а также радиационное облучение.

- **Поведение в Интернете:** широкомасштабное внедрение экологически ответственного поведения в Интернете многими людьми имеет жизненно важное значение для борьбы с изменением климата и содействия устойчивому развитию. Маленькие шаги, такие как отключение видео во время виртуальной встречи, снижение качества потоковых сервисов, сокращение игрового времени, ограничение времени в социальных сетях, отправка меньшего количества электронных писем (и без ненужного копирования), удаление электронных писем и несущественного контента в облачных службах хранения или отмена подписки на списки рассылки, могут значительно снизить воздействие на окружающую среду использования Интернета.

- **Криптовалюты:** следует оценить структуру технологий криптовалют. Правила и политика необходимы для определения типа используемых технологий и связанных с ними потребностей в электроэнергии.

- **Цифровые паспорта продуктов:** в настоящее время в ЕС разрабатывается концепция цифрового «паспорта продукта». В нем будет содержаться цифровая информация о происхождении продукта, сроке службы, составе, экологическом и углеродном следе, возможностях повторного использования, ремонта и демонтажа, а также обращении после истечения срока годности. Различные варианта паспорта продукта будут доступны для предприятий, правительств и потребителей.

- **Государственные закупки экологически чистых ИКТ:** по мере того, как правительства и международные организации обновляют собственную инфраструктуру ИКТ для улучшения своих услуг или преодоления цифрового разрыва, они должны следовать передовой практике в области экологически чистых ИКТ.

Выводы

Растущий потенциал Интернета и цифровых инструментов сопряжен как с преимуществами, так и с проблемами. С одной стороны, они сокращают потребность в поездках; снижают затраты на мониторинг и обмен данными и информацией; обеспечивают совместимость и, следовательно, связь между серверами; предлагают данные почти в режиме реального времени для улучшения наших решений или для создания умных городов с целью более эффективного использования возобновляемых источников энергии при их внедрении; а также они позволяют легко общаться с друзьями и семьей по всему миру. В ближайшем будущем они предложат новые подходы и решения для многих актуальных социально-экологических вопросов.

С другой стороны, воздействие цифровой инфраструктуры на окружающую среду представляет серьезную угрозу для нашей планеты и будущих поколений. Спрос на драгоценные/редкие металлы, необходимые для производства и значительного потребления энергии для управления инфраструктурой, представляет собой серьезную проблему, если мы намерены использовать цифровизацию для борьбы с изменением климата и снизить наше воздействие на окружающую среду.

Есть возможности, которыми следует воспользоваться, и многие компании действительно инвестируют в экологизацию своих предприятий. Однако требуются дальнейшие усилия, особенно при переходе на 100% возобновляемые источники энергии, оптимизированные системы охлаждения центров обработки данных и повторное использование произведенного тепла, а также б/у материалов. Потребителям необходимо адаптировать свое поведение в Интернете в целях уменьшения собственного онлайн-следа: меньше видео с высоким разрешением, меньше времени в Интернете, частое удаление электронной почты и сокращение использования облачного хранилища для фотографий и электронных писем.

Авторство фото: Белен Десмезон

Выражение признательности

Авторы

Стефан Шварцер, Паскаль Педуцци, ЮНЕП/ГРИД-Женева и университет Женевы

Рецензенты

Внешние

Анна Дайсон (Йельский центр экосистем в архитектуре), Ламберт Хогенхаут, Управление информационно-коммуникационных технологий (УИКТ).

Рецензенты ЮНЕП

Анджелина Джампу, Вирджиния Гитари, Сэмюэл Опийо, Дэвид Дженсен, Сайфул Ридван, Рэй Го, Пуджа Мунши.

Группа ЮНЕП, ответственная за аналитические обзоры

Александр Калдас, Сандор Фригик, Одри Ринглер, Эстер Кату, Эрик Лицва, Паскиль Мучезия.

Отказ от ответственности

Используемые обозначения и презентации не подразумевают выражение какого-либо мнения со стороны ЮНЕП или сотрудничающих агентств относительно правового статуса какой-либо страны, территории, города или района властей или делимитации их границ или рубежей.

© Авторство карт, фотографий и иллюстраций указано отдельно.

Контактные данные

unep-foresight@un.org

Библиография

Andrae, A. and Edler, T. (2015). О глобальном использовании коммуникационных технологий в электроэнергетике: тенденции до 2030 года., *Challenges* 6(1), стр. 117–157. https://doi.org/10.3390/challe6010117.

Andrae, A.S.G. (2020). Новые перспективы использования электроэнергии Интернетом в 2030 году, стр. 14. https://pisrt.org/psrpress/j/easl/2020/2/3/new-perspectives-on-internet-electricity-use-in-2030.pdf.

Apple (2020). Компания Apple обязуется на 100 процентов сократить выбросы углерода в своей цепочке поставок и продуктах к 2030 году. *Отдел новостей Apple, 21 июля*. Доступно по адресу: https://www.apple.com/newsroom/2020/07/apple-commits-to-be-100-percent-carbon-neutral-for-its-supply-chain-and-products-by-2030/ (Дата обращения: 15 марта 2021 года).

Belkhir, L. and Elmeligi, A. (2018). Оценка глобальных выбросов ИКТ: тенденции до 2040 года и рекомендации. *Journal of Cleaner Production*, 177, стр. 448–463. doi: https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.12.239.

Bieser, J. *et al.* (2020). Защита климата с помощью цифровых технологий. Bitkom e.V.

Bieser, J., Salieri, B., Hischier, R. and Hilty, R. (2020). Мобильные сети следующего поколения: Проблема или возможность для защиты климата? Цюрих: Университет Цюриха.

Bordage, F. (2019). *Воздействие цифрового мира на окружающую среду*. GreenIT.fr, стр. 39. https://www.greenit.fr/wp-content/uploads/2019/11/GREENIT_EENM_etude_EN_accessible.pdf.

Börje, J. (2019). Три новых дата-центра с рекуперацией тепла в дата-парках Стокгольма. *Stockholm Data Parks, 12 ноября*. Доступно по адресу: https://stockholmdataparks.com/2019/11/12/three-new-data-centers-with-heat-recovery-in-stockholm-data-parks/ (Дата обращения: 10 марта 2021 года).

Digiconomist (2020). *Индекс энергопотребления Биткоина*. Доступно по адресу: https://digiconomist.net/bitcoin-energy-consumption/ (Дата обращения: 15 марта 2021 года).

Efoui-Hess, M. (2019). Климатический кризис: нерациональное использование онлайн-видео: практический пример цифровой трезвости. *The Shift Project*.Доступно по адресу: https://theshiftproject.org/wp-content/uploads/2019/07/2019-02.pdf.

EMFSA (2019). 5G — Потребление энергии, углеродный след, изменение климата: последствия для окружающей среды. *EMFSA*. Доступно по адресу: https://www.emfsa.co.za/news/5g-energy-consumption-carbon-footprint-climate-change-environmental-impact/ (Дата обращения: 27 января 2021 года).

eon (2021). *Зеленый Интернет: решения для будущих центров обработки данных | E.ON*. Доступно по адресу: https://www.eon.com/en/about-us/green-internet.html (Дата обращения: 15 марта 2021 года).

Forti, V., Balde, C., Kuehr, R. and Bel, G. (2020).

Франция, Haut Conseil pour le Climat (2020). Maitriser l'impatc carbone de la 5G. https://www.hautconseilclimat.fr/wp-content/uploads/2020/12/haut-conseil-pour-le-climat_rapport-5g.pdf.

Глобальный мониторинг электронных отходов в 2020 году: количество, потоки и потенциал циркулярной экономики. УООН, ЮНИТАР, МСЭ, ИСВА.

Google (2019). Экологический отчет Google за 2019 год. Google. Доступно по адресу: https://www.gstatic.com/gumdrop/sustainability/google-2019-environmental-report.pdf.

Gröger, J. (2020). *Углеродный след нашего цифрового образа жизни, Oeko-Institut*. Доступно по адресу: https://blog.oeko.de/digitaler-co2-fussabdruck/ (Дата обращения: 15 марта 2021 года).

GSMA (2019). *Энергоэффективность: обзор*. Будущие сети. Доступно по адресу: https://www.gsma.com/futurenetworks/wiki/energy-efficiency-2/ (Дата обращения: 19 апреля 2021 года).

Hao, K. (2019). В процессе обучение одной модели искусственного интеллекта выделяется столько же углерода, сколько при использовании пяти автомобилей за весь их жизненный цикл: глубокое обучение оставляет ужасающий углеродный след. *Обзор технологий Массачусетского технологического института, 6 июня*. Доступно по адресу: https://www.technologyreview.com/2019/06/06/239031/training-a-single-ai-model-can-emit-as-much-carbon-as-five-cars-in-their-lifetimes/ (Дата обращения: 15 марта 2021 года).

Hintemann, R. (2018) (2020).?. *Повышения эффективности недостаточно: потребление энергии в центрах обработки данных продолжает резко увеличиваться*. Borderstep Inst. für Innovation und Nachhaltigkeit gGmbH. https://www.borderstep.de/wp-content/uploads/2020/04/Borderstep-Datacenter-2018_en.pdf

Hintemann, R. (2019). *Energiebedarf der Rechenzentren steigt deutlich an, Borderstep Institut*. Доступно по адресу: https://www.borderstep.de/energiebedarf-der-rechenzentren-steigt-deutlich-an/ (Дата обращения: 15 марта 2021 года).

Международное энергетическое агентство (2017 г.). *Цифровизация и энергетика*. МЭА. Доступно по адресу: https://www.iea.org/reports/digitalisation-and-energy (Дата обращения: 15 марта 2021 года).

Международное энергетическое агентство (2020 г.). *Центры обработки данных и сети передачи данных — Анализ, МЭА*. Доступно по адресу: https://www.iea.org/reports/data-centres-and-data-transmission-networks (Дата обращения: 10 августа 2021 года).

Международное энергетическое агентство (2020 г.). Центры обработки данных и сети передачи данных — Анализ, МЭА. Доступно по адресу: https://www.iea.org/reports/data-centres-and-data-transmission-networks (Дата обращения: 27 января 2021 года).

Международный институт устойчивого развития (2018 г.). *Обзор состояния инициатив в области устойчивого развития: стандарты и сырьевая экономика*. Доступно по адресу: https://www.deslibris.ca/ID/10097867 (Дата обращения: 9 августа 2021 года).

Ingham, L. (2020). Генеральный директор HPE: майнинг на «свалке данных» является ключом к решению проблемы цифрового разрыва. *Verdict*, 24 января. Доступно по адресу: https://www.verdict.co.uk/hpe-ceo-data-landfill/ (Дата обращения: 15 марта 2021 года).

it-daily (2021). *Fachartikel über Digitale Transformation, it-daily.net*. Доступно по адресу: https://www.it-daily.net/it-management/digitalisierung/27200-ki-baendigt-datenmengen-fuer-automatisiertes-fahren (Дата обращения: 3 марта 2021 года).

Kallenbach, C. (2017). *Datentreiber Connected Car : Das Auto - Dein Freund und Helfer*. Доступно по адресу: https://www.computerwoche.de/a/das-auto-dein-freund-und-helfer,3329638 (Дата обращения: 3 марта 2021 года).

Kamiya, G. (2019). *Потребление энергии Биткойном — преодоление разрыва*. Международное энергетическое агентство. Доступно по адресу: https://www.iea.org/commentaries/bitcoin-energy-use-mined-the-gap (Дата обращения: 15 марта 2021 года).

Kemp, S. (2021). *Цифровой 2021 год: последние сведения о «состоянии цифровых технологий», We Are Social USA*. Доступно по адресу: https://wearesocial.com/us/blog/2021/01/digital-2021-the-latest-insights-into-the-state-of-digital (Дата обращения: 15 марта 2021 года).

Klumpp, D. (2018). *Energiefresser Internet - Die Ökobilanz eines Mausklicks, swr.online*. Доступно по адресу: https://www.swr.de/odysso/oekobilanz-des-internets/-/id=13831216/did=21791748/nid=13831216/a6ozwj/index.html (Дата обращения: 9 марта 2021 года).

Lee, D.S., Fahey, D.W., Skowron, A., Allen, M.R., Burkhardt, U., Chen, Q. *et al.* (2021). Вклад мировых авиасообщений в антропогенное воздействие на климат с 2000 по 2018 год, *Atmospheric Environment*, 244, с. 117834. doi: https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2020.117834.

Lewis, L. (2019). Что происходит за интернет-минуту в 2019 году?, *Visual Capitalist*, 13 марта. Доступно по адресу: https://www.visualcapitalist.com/what-happens-in-an-internet-minute-in-2019/ (Дата обращения: 11 августа 2021 года).

Malmodin, J. and Lundén, D. (2018). Энергетический и углеродный след глобальных секторов ИКТ и E&M в 2010–2015 гг., *Sustainability*, 10(9), с. 3027. https://doi.org/10.3390/su10093027.

Masanet, E., Shehabi, A., Lei, N. and Koomey, J.. (2020). Повторная калибровка глобальных оценок энергопотребления центров обработки данных. Science 367(6481), стр. 4. https://www.science.org/doi/10.1126/science.aba3758.

Obringer, R., Rachunok, B., Maia-Silva, D., Arbabzadeh, M., Nateghi, R. and Madani, K. (2021). Недооцененный экологический след растущего использования Интернета. *Resources, Conservation and Recycling* 167, 105389. https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.105389.

RegenNetwork (2021). *Regen Network объявляет об исторической продаже разрешений на выбросы углерода в Австралии, Medium*. Доступно по адресу: https://medium.com/regen-network/regen-network-announces-historic-carbon-credit-sale-in-australia-b76dfadcc095 (Дата обращения: 15 марта 2021 года).

Shehabi, A.,Smith, S.J., Masanet, E. and Koomey, J.(2018). Рост центров обработки данных в Соединенных Штатах: отделение спроса на услуги от потребления электроэнергии. *Environmental Research Letters*, 13(12), стр. 124030. https://doi.org/10.1088/1748-9326/aaec9c.

Statista (2020). *Инфографика: минута в Интернете в 2020 году, Statista Infographics*. Доступно по адресу: https://www.statista.com/chart/17518/data-created-in-an-internet-minute/ (Дата обращения: 9 августа 2021 года).

Statistica (2021). *Центры обработки данных по всему миру в разбивке по странам, 2021 год, Statista*. Доступно по адресу: https://www.statista.com/statistics/1228433/data-centers-worldwide-by-country/ (Дата обращения: 19 мая 2021 года).

Stramski, W. (2020). *Пакт о климатически нейтральном центре обработки данных: «зеленая сделка» нуждается в «зеленой» инфраструктуре*. Доступно по адресу: https://www.climateneutraldatacentre.net/ (Дата обращения: 15 марта 2021 года).

Strubell, E., Ganesh, A. and McCallum, A. (2019). Энергетические и политические соображения, касающиеся глубокого обучения в области обработки естественного языка. *arXiv:1906.02243 [cs]* [Preprint]. Доступно по адресу: http://arxiv.org/abs/1906.02243 (Дата обращения: 15 марта 2021 года).

t3n (2019). *Studie: 5G-Rechenzentren verbrauchen deutlich mehr Strom, t3n Magazin*. Доступно по адресу: https://t3n.de/news/studie-5g-rechenzentren-deutlich-1232548/ (Дата обращения: 27 января 2021 года).

Turak, N. (2021). Иран запрещает майнинг биткоинов, поскольку города страны страдают от отключений электроэнергии и ее нехватки. *CNBC*. Доступно по адресу: https://www.cnbc.com/2021/05/26/iran-bans-bitcoin-mining-as-its-cities-suffer-blackouts.html (Дата обращения: 2 ноября 2021 года).

Организация Объединенных Наций (2017 г.) Общесистемные меры Организации Объединенных Наций по борьбе с электронными отходами. ЮНЕП.

Программа Организации Объединенных Наций по окружающей среде (2019a). Создание цифровой экосистемы для планеты. *Foresight Brief 014*, сентябрь 2019 г. https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/30612/Foresight014.pdf.

Программа Организации Объединенных Наций по окружающей среде (2019b). *Доклад ООН: пора воспользоваться возможностью и решить проблему электронных отходов, Программа Организации Объединенных Наций по окружающей среде*. Доступно по адресу: http://www.unenvironment.org/news-and-stories/press-release/un-report-time-seize-opportunity-tackle-challenge-e-waste (Дата обращения: 27 января 2021 года).

Программа Организации Объединенных Наций по окружающей среде (2020 г.). Технология блокчейна и экологическая устойчивость. *Foresight Brief 019, октябрь 2020 г.* https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/34226/FB019.pdf.

Управление энергетической информации Соединенных Штатов (2021 г.) *Международный отдел — Управление энергетической информации (EIA)*. Доступно по адресу: https://www.eia.gov/international/data/world/electricity/electricity-consumption (Дата обращения: 19 апреля 2021 года).

ООН программа по окружающей среде 50 1972-2022

Состояние окружающей среды в мире
Данные, информация и знания об окружающей среде

Для просмотра онлайн новых и предыдущих выпусков аналитических обзоров ЮНЕП перейдите по адресу:
https://data.unep.org/foresight