

## УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ В ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКЕ: КИБЕРЭКОЛОГИЯ БИЗНЕСА

*Е.А. Лясковская, elen\_lea@mail.ru*

*Г.Р. Халилова, l.khalilovagr.l@gmail.com*

*Южно-Уральский государственный университет, Челябинск, Россия*

**Аннотация.** Стратегии цифровой трансформации государственного, корпоративного и частного секторов рассматриваются сегодня как универсальный инструмент обеспечения конкурентоспособности, устойчивости и эффективности. С каждым годом уровень цифровизации растет, так же как и пространство, необходимое для хранения данных. Развитие и распространение цифровых технологий приводит к появлению новых, связанных с ними угроз. Однако проблемы и риски, вызванные цифровизацией, по масштабности и значимости не уступающие ее достоинствам, часто остаются без должного внимания со стороны исследователей и регуляторов. Это определяет актуальность создания новых подходов, направленных на исследование влияния процессов создания, хранения, передачи и использования данных на социальную, экологическую и экономические сферы. В работе принята попытка устранить обозначенный пробел.

Обоснована целесообразность использования понятие «киберэкология» для системного рассмотрения проблем устойчивого развития в цифровой среде, дано его определение и проанализировано место в системе смежных дисциплин. Проанализировано влияние данных на киберпространство, окружающую и социосреды с использованием методов контент-анализа, корреляционно-регрессионного анализа, анализа временных рядов и метода эталонной динамики. Рассмотрена роль киберэкологии в реализации ESG-подхода и реализации концепции устойчивого развития, определены последствия неконтролируемого развития киберсферы и виртуализации социальной сферы. Выявлены и проанализированы временные тренды для объема созданной и использованной информации, потребления электроэнергии, выбросов CO<sub>2</sub> на душу населения, энергоёмкости ВВП и ущерба, причиненного интернет-преступлениями. Рассмотрены прогнозы изменения энергоёмкости ВВП и выбросов CO<sub>2</sub> в контексте развития цифровой экономики, уточнены принципы киберэкологичности бизнеса в обеспечении устойчивого развития в цифровой среде.

**Ключевые слова:** цифровая экономика, цифровая трансформация, устойчивое развитие, киберэкология, киберсфера, ESG-подход

**Для цитирования:** Лясковская Е.А., Халилова Г.Р. Устойчивое развитие в цифровой экономике: киберэкология бизнеса // Вестник ЮУрГУ. Серия «Экономика и менеджмент». 2023. Т. 17, № 1. С. 75–89. DOI: 10.14529/em230107

Original article  
DOI: 10.14529/em230107

## SUSTAINABILITY IN THE DIGITAL ECONOMY: CYBERECOLOGY OF BUSINESS

*E.A. Lyaskovskaya, elen\_lea@mail.ru*

*G.R. Khalilova, l.khalilovagr.l@gmail.com*

*South Ural State University, Chelyabinsk, Russia*

**Abstract.** Strategies for the digital transformation of the public, corporate and private sectors are seen today as a universal tool for ensuring competitiveness, sustainability and efficiency. Every year the level of digitalization is growing, as well as the space required for data storage. The development and spread of digital technologies also leads to the emergence of new threats associated with them. However, the problems and risks caused by digitalization, which are not inferior in scale and significance to its merits, often remain

without due attention from researchers and regulators. This determines the relevance of creating new approaches aimed at studying the impact of the processes of creating, storing, transferring and using data on social, environmental and economic spheres. An attempt is made to close this gap.

The expediency of using the concept of “cyberecology” for the systematic consideration of the problems of sustainable development in the digital environment is substantiated, its definition is given and its place in the system of related disciplines is analyzed. The influence of data on cyberspace, the environment and the socio-environment is analyzed using the methods of content analysis, correlation-regression analysis, time series analysis and the method of reference dynamics. The role of cyberecology in the implementation of the ESG approach and the implementation of the concept of sustainable development is considered, the consequences of the uncontrolled development of the cybersphere and the virtualization of the social sphere are determined. Time trends for the amount of information created and used, electricity consumption, CO<sub>2</sub> emissions per capita, energy intensity of GDP and damage caused by Internet crimes are identified and analyzed. The forecasts of changes in the energy intensity of GDP and CO<sub>2</sub> emissions in the context of the development of the digital economy are considered, the principles of cyberecology in ensuring sustainable development in the digital environment are clarified.

**Keywords:** digital economy, digital transformation, sustainable development, cyberecology, cybersphere, ESG approach

**For citation:** Lyaskovskaya E.A., Khalilova G.R. Sustainability in the digital economy: cyberecology of business. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Economics and Management*, 2023, vol. 17, no. 1, pp. 75–89. (In Russ.). DOI: 10.14529/em230107

### Введение

Современная бизнес-среда характеризуется сменой доминирующих технологических укладов информационного общества и переходом к новой цифровой модели поведения домохозяйств, коммерческого и государственного секторов. Процессы цифровой трансформации открывают перспективы для повышения производительности и экономического роста, для достижения целей устойчивого развития и решения глобальных проблем, стоящих перед человечеством. Но цифровые технологии и новые бизнес-модели порождают не только новые возможности, но и новые вызовы в области безопасности, конфиденциальности и экологии. Кроме того, различия в уровне цифровизации увеличивают существующие виды социального и экономического неравенств между странами, а значит и уровень напряженности и поляризации в мире. Согласно данным мировых аналитических агентств, COVID-19 вызвал скачок в цифровизации, но в разной степени для разных стран. Переход к «гиперсвязности» сделал одни страны более конкурентоспособными, позволив найти новые источники роста, для других он увеличил риск остаться в «аналоговой экономике», сделав первостепенной задачей цифровой трансформации. Растущее цифровое неравенство внутри стран и между ними также создает риск снижения эффективности совместных действий стран против общих угроз в социальной и экологической сферах [32].

Экономика данных (Data Economy), экономика приложения (App Economy) и экономика подработок (Gig Economy), изменили привычные подходы к организации бизнес-процессов, структуру рынка труда, модели потребительского поведения и выбора, а также бизнес-модели создания, удержания и доставки ценности. Как известно, в основе цифровизации лежит процесс оцифровки и ин-

теграции данных. Рост объема данных происходит в результате деятельности человека во всех областях, начиная от личного использования персональным компьютером, смартфоном, планшетом и заканчивая реализацией стратегий цифровой трансформации государством, крупными корпорациями, средним и малым бизнесом. За последние годы произошел огромный рост возможностей и охвата информационных и коммуникационных технологий (ИКТ). Интернет, в частности, стал важнейшим фактором социальных и экономических изменений, трансформируя взаимодействие правительства, бизнеса и граждан и предлагая новые способы решения проблем развития. Организация Объединенных Наций включила всеобщий доступ в Интернет в глобальные цели устойчивого развития, которые в совокупности направлены на сокращение бедности, улучшение здравоохранения, образования и состояния окружающей среды, обеспечение экономического развития и социального равенства [28]. Интернет является уникальной платформой для инноваций, творчества, экономических возможностей и социальной интеграции, которая может внести значительный вклад в достижение целей устойчивого развития. Однако мировое сообщество не рассматривает Интернет и киберсреду с точки зрения нанесения ущерба окружающей среде, социальной среде, а также самому человеку.

Ежедневно все больше участников бизнес-процессов доказывают, что данные обладают огромной ценностью, особенно если их целенаправленно собирать, грамотно хранить и использовать в полной мере. Все это становится все более сложной задачей в быстро меняющемся многооблачном и многоуровневом мире. Взрывной рост данных в сочетании с растущей необходимостью их интеграции и анализа в беспрецедентных объемах и с

беспрецедентной скоростью создают сложный фон как в самом киберпространстве, так и окружающей среде, и актуализирует исследование влияния процессов создания, хранения, передачи и использования данных на социальную, экологическую и экономические сферы.

### Теория

Внимание к росту и применению данных растет со всех сторон – пользователей, бизнеса и регуляторов, однако до последнего времени не выработано единого подхода относительно возможных непредвиденных последствий глобальной цифровизации. Изучение влияния киберпространства на окружающую и социальную среды требует использования нового понятия – киберэкология, а также разработки методического подхода к обеспечению киберэкологичности бизнеса в цифровой среде (рис. 1).

Для того, чтобы дать определение термина «киберэкология», проведем понятийный анализ составных терминов «кибернетика» и «экология» (табл. 1 и 2). Из рассмотренных определений термина «кибернетика» (см. табл. 1) можно выделить две его главных составляющие – *процесс управле-*

*ния и процесс обработки информации и данных.*

Следующая составляющая киберэкологии – это термин «экология» (см. табл. 2). Экономический словарь толкует «экологию» как взаимоотношение человека с окружающей его природной средой, включая экономическое использование природных ресурсов, их охрану и восстановление [31].

Отметим, что понятие «устойчивость» изначально рассматривалось именно в контексте антропогенных влияний на окружающую среду. Позже к нему добавилось понятие «развитие», и парадигма устойчивости сместилась в сторону общества и экономики. Для экологов данные обычно представляют собой измерения или наблюдения, полученные путем прямого исследования, например, в ходе эксперимента, исследований. Данные в киберпространстве – это совокупность сведений, зафиксированных на определенном носителе в форме, пригодной для постоянного хранения, передачи и обработки [4].

Если в экологии объект исследования – это данные биосферы и процессы, протекающие в ней, то в *киберэкологии – цифровые данные и процессы, связанные с их созданием, хранением и использо-*



Рис. 1. Составляющие понятия «киберэкология»

Определение термина «кибернетика»

Таблица 1

Автор	Определение
Платон	«В Древней Греции термин «кибернетика» использовался для обозначения искусства государственного деятеля, управляющего городом» [10]
А.М. Ампер	«Кибернетика – наука, о текущем управлении государством, которая помогает правительству решать встающие перед ним конкретные задачи, с учетом разнообразных обстоятельств и в свете общей задачи принести стране мир и процветание». «Кибернетика – текущая политика, практическое управление государством» [13, 14, 18]
Н. Винер	«Кибернетика – наука об управлении и связи в животном и машине» [1]
У.Р. Эшби	«Кибернетика – исследование систем, открытых для энергии, но замкнутых для информации и управления» [17]
Д.А. Новиков	«Кибернетика – наука об общих закономерностях управления и обработки информации в животном, машине и обществе. Кибернетика 1.0 – наука об управлении и обработке информации в животном, машине и обществе. Кибернетика 2.0 – наука об организации систем и управлении ими» [11]
Д.Е. Добринская	«Кибернетика – наука о процессах управления, передачи информации и коммуникациях в сложных динамических системах (технических, компьютерных, биологических, нейронных, социальных)» [3]
Hongji Yang, Feng Chen, Suleiman Aliyu	«Кибернетика – это трансдисциплинарный подход к изучению систем регулирования, сосредоточенный на том, как системы используют информацию, модели и управляющие воздействия для достижения и поддержания своих целей» [21]
Tod M. Schuck	Кибернетика – обеспечивает основу, в которой машины и их взаимодействие могут быть «упорядоченными, связанными и понятными» [23]

вании. Рассмотрев сущность категорий «кибернетика» и «экология», можно вывести определение «киберэкология» как науки, изучающей закономерности влияния данных и информации на киберпространство, социо- и окружающую среду. Использование термина «киберэкология» необходимо для системного рассмотрения вопросов цифрового

общества и устойчивого развития, в том числе анализа четвертой промышленной революции, основой которой является цифровизация, а главным инструментом – цифровые технологии, основанные на данных. Киберэкология располагается на стыке 5 сфер: социосфера, биосфера, инфосфера, техносфера и киберсфера (рис. 2).

**Таблица 2**

**Определение термина «экология»**

Автор	Определение
Е. Наескел	«Под экологией мы подразумеваем общую науку об отношении организма к окружающей среде, куда мы относим все «условия существования» в широком смысле этого слова [20]
Д.Н. Кашкаров	«Содержанием экологии является изучение взаимоотношений организма (вида) со средой его обитания, изучение приспособлений и противоречий между особенностями вида и элементами этой среды, именуемыми факторами; задачей экологического исследования является познание «условий существования» вида, т. е. тех факторов среды, которые являются необходимыми для существования вида, дабы, зная эти условия существования, управлять жизнью вида или всего комплекса» [5]
Ю.П. Трусов	«В обобщенном виде экология и может быть определена как наука об экологическом взаимодействии – общая теория этого взаимодействия и общая теория экологического подхода» [15]
Ю.С. Чуйков	«Современную экологию можно определить как комплексную науку, предметом изучения которой является биосфера земли во всех функциях и формах ее проявления, включая социальные, экономические, политические и правовые функции в ней человека» [16]
Rodríguez R.A., Riera R., Delgado J.D.	«Слово “экология”, как и многие другие связанные с ним термины, стало неотъемлемой частью повседневного языка. Однако во многих случаях оно понимается неправильно главным образом потому, что экологические проблемы рассматриваются как "внешние вопросы" (т.е. вопросы дикой природы) по отношению к нашей повседневной жизни в пределах сложных человеческих муравейников, в которые превратились современные города» [22]
И.К. Лисеев	«Экология – как наука о закономерностях взаимодействия центрального ядра системы и его окружения» [8]



**Рис. 2. Область исследования «киберэкологии»**

С целью более полного раскрытия термина «киберэкология» необходимо рассмотреть близкие к нему термины «информационная экология», «экоинформатика» и «экология человека» (рис. 3, табл. 3)

Несмотря на то, что рассмотренные понятия междисциплинарны и носят системный характер, их «проблемные поля» являются узконаправленными и не изучают на системном уровне взаимодействия киберсферы, окружающей и социальной среды в контексте процессов создания, хранения, передачи и использования данных во всех сферах деятельности человека. Отличительной чертой «киберэкологии» является интегральный характер, включающий элементы наук и дисциплин, связанных с информационной средой и экологией, образуя целостную взаимосвязанную концепцию на стыке социо-, техно, кибер-, инфо-, биосфер. Ки-

берэкология, с одной стороны, изучает структуру организации хранения, обработки, систематизации и структуризации данных в сети Интернет, а с другой стороны – их влияние на киберсреду, окружающую и социальную среды.

Подчеркнем, что термин киберсфера не имеет устоявшегося понятия. В общем виде можно сказать, что киберсфера: 1) область информационных технологий и электронных коммуникаций; 2) аспект взаимоотношений человека и цифровой среды, в которой взаимодействие происходит без использования атрибутов физического присутствия (жестов, контактов и т. д.) [29, 30]. Возникновение киберсферы привело к трансформации социальных и экономических институтов, индивидуального и общественного сознания. Киберсфера постепенно становится основной средой обитания человека, а нормативно-правовое и организационно-управлен-

Таблица 3

Близкие к термину «киберэкология» понятия

Термин	Определение
Информационная экология	«Междисциплинарная наука, изучающая закономерности влияния информации на формирование и функционирование биосистем, в том числе человека, человеческих сообществ и человечества в целом, на здоровье, как состояние психического, физического и социального благополучия, разрабатывающая мероприятия по оздоровлению окружающей информационной среды» [12]
Экоинформатика	«Дисциплина, направленная на создание и внедрение процедур и методов работы с информационными технологиями с целью изучения окружающей среды и решения проблем в экологии» [7]
Экология человека	«Дисциплина, исследующая коэволюцию деятельности человека и возможностей природных систем с учетом как влияния человека на природную среду, так и влияния природной среды на человека, и адаптацию человека к различным средовым факторам» [13]

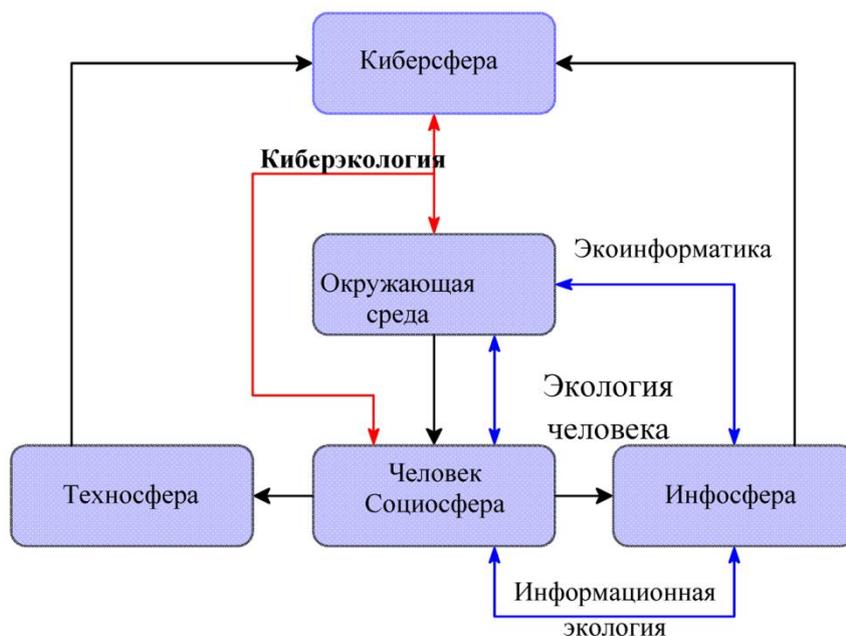


Рис. 3. Киберэкология в системе современных исследований

ческое обеспечение процессов, протекающих в ней, является первостепенной задачей.

Цифровая эра привела к появлению большого цифрового беспорядка, который наблюдается в Интернете, а масштабное использование приложений на смартфонах и планшетах кратно увеличило объем хранимой информации. С каждым годом растет уровень цифровизации, так же как и пространство, необходимое для хранения этих данных. Однако несмотря на то, что внимание к быстрому росту данных и направлений их использования растет со всех сторон – пользователей, бизнеса и регуляторов, к настоящему времени *не выработано единого подхода для предупреждения непредвиденных последствий глобальной цифровизации*. Устранить указанный пробел может *обеспечение киберэкологичности бизнеса*.

Киберэкологичный бизнес ориентирован на реализацию EGP принципов – E (environment/экологический) – ответственное отношение к окружающей среде), S – (social/социальный) – высокая социальная ответственность; G (governance/управление) – высокое качество управления в работе корпоративного и государственного секторов при реализации стратегий цифровой трансформации. Ключевым направлением киберэкологичного подхода в отношении окружающей среды является изучение вопросов интенсивного использования современных информационных технологий, оказывающих негативное влияние на выбросы углекислого газа и потребление электроэнергии. В рамках социальной ответственности уделяется внимание киберэкологии как новому направлению сферы деятельности человека. Кроме создания новых рабочих мест и роста высококвалифицированных кадров, также необходимо рассматривать

киберэкологию как расширение поля ответственности государства и бизнеса перед обществом в области контроля над изменениями климата и сохранения природных ресурсов, соблюдения социальных и этических норм. Киберэкология в системе корпоративного управления в первую очередь рассматривает вопросы хранения, обработки и передачи данных с целью экологичного использования информации (требования дедупликации данных, законодательства и кибербезопасности в использовании данных и предоставления к ним доступа).

При рассмотрении киберэкологичности бизнеса в контексте управления устойчивым развитием (рис. 4), можно сделать следующие выводы. Цели устойчивого развития, в описании которых упоминаются Интернет и ИКТ, подчёркивают положительный эффект и усиливающуюся роль цифровизации. Однако в доктринах устойчивого развития не уделено значительного внимания негативной стороне повсеместной цифровизации. Так, необходимо рассматривать жизненный цикл данных и информации как ресурса, требующего процессов преобразования: хранения, структуризации, эксплуатации и ликвидации, каждый из которых характеризуется параметрами воздействия на социо-, био- и техносферы. Отсюда управление этими процессами должно быть киберэкологичным, превентивно устраняющим негативное влияние на все сферы.

Киберэкологические подходы затрагивают вопросы экологии (борьба с изменением климата; недорогостоящая и чистая энергия; ответственное производство и потребление), экономики (рост темпов цифровизации; индустриализация, инновации и инфраструктура; партнерство в интересах



Рис. 4. Киберэкологичность бизнеса в управлении устойчивым развитием

устойчивого развития) и социальной сферы (задачи качественного образования, виртуальная среда является платформой, нацеленной на онлайн-образование и самообразование, при этом наблюдается большое разнообразие информации, часто являющейся противоречивой. Таким образом, можно увидеть взаимосвязь между достижениями целей устойчивого развития и внедрением киберэкологичности в бизнес-процессы.

#### Метод

В настоящее время отсутствуют методические рекомендации для анализа негативных последствий цифровизации. Для исследования влияния данных на киберпространство, окружающую и социосреду целесообразно использовать методы как качественного анализа (контент анализа), так и количественного анализа (корреляционно-регрессионного анализа и анализа временных рядов и метода эталонной динамики).

Результаты исследования влияния процессов создания, передачи, хранения и использования данных на киберпространство и окружающую среду приведено в табл. 4.

Для рассмотрения влияния данных на социосферу обратимся к современным социологическим концепциям информационного общества. В современной системе общественных отношений *информационно-цифровые* условия занимают гла-

венствующую роль по отношению к условиям *материально-экономическим*, развитие и внедрения новых информационно-цифровых технологий влияет на общий жизненный уклад. В результате на смену модели «исторического материализма» К. Маркса пришла модель «виртуализации общества» А. Бюля. Становление главных функциональных инструментариев в виде информационно-цифровых технологий обуславливает *трансформацию социальных институтов*, а *виртуализация общества* становится частью социальной действительности. *Виртуализация как глобальный общественный процесс* складывается из локальной трансформации отдельных форм социальных взаимодействий [6, 19].

Под виртуализацией общества понимают «поступательный процесс встраивания общественных сфер жизнедеятельности в сетевое пространство новых информационно-цифровых технологий для полноценной реализации функционального потенциала отдельных социальных общностей, социальных институтов, социальных организаций». «При этом важно, что данный процесс не представляет копию структурной единицы общества, переносимой из реальной среды в виртуальную... она является оригинальной новой конструкцией, функционально работающей на макроуровне общей системы».

Таблица 4

Влияние данных на киберпространство и окружающую среду

Киберпространство	Окружающая среда
<p><i>Отсутствие структурированных данных.</i> На сегодняшний день в сети Интернет нарастает количество дублирующейся информации, которая хранится в различных дата-центрах. В наборах данных «с высоким уровнем дубликации» объем использования «службы хранилища» может уменьшаться в 20 раз. Для решения проблемы необходимо разработать принципы <i>дедупликации</i> данных для разных уровней управления и работы с данными</p>	<p><i>Рост потребления электроэнергии и углеродного следа</i> Увеличение потребления электроэнергии на содержание дата-центров и увеличение выбросов CO<sub>2</sub>. Чем выше надежность оборудования, тем больше необходимо электроэнергии на его поддержание</p>
<p><i>Системные риски и угрозы безопасности данных</i> Изменяющаяся динамика киберпространства ведет к увеличению кибератак и мошенничеству – несанкционированному доступу к компьютерным системам и кражам, изменению или уничтожению данных</p>	<p><i>Переизбыток выделяемого тепла</i> от использования техники, что повышает уровень вредных веществ в воздухе</p>
<p><i>Отсутствие корпоративной этики, культуры, политики работы с данными и информацией</i> Работа с данными в российских фирмах, как правило, затрагивает вопросы защиты и обработки персональных, рассматриваемые в РФ на законодательном уровне, проблемы этики и равных возможностей в области использования данных не рассматриваются</p>	<p><i>Отсутствие продуманных инженерных систем</i> в хозяйствующих субъектах, позволяющих повысить использования энергии при хранении и использовании данных</p>
<p><i>Информационное загрязнение, информационный шум, информационное оружие</i> Информационный стресс – состояние, формирующееся под воздействием экстремальных значений информационных факторов</p>	<p><i>Недостаток инвестиций стимулирования и регулирования</i> рынка дата-центров со стороны государства</p>

Отметим, что традиционное разделение общества на «реальное» «виртуальное» в «классическом смысле» уже устарело и неспособно охарактеризовать современные тенденции его развития. Реальная среда оказывается дополненной средой «виртуальной» [2, 6, 19].

Виртуализация социального пространства стала новым вызовом современного общества. Ежедневная информационная перегрузка не позволяет формироваться и функционировать дефолт-системе человеческого мозга, отвечающего за творческие и нестандартные решения. Критическое значение играет информационная перегрузка для развития мозга детей и подростков [9]. Закономерными последствиями виртуализации общества являются кибервойны, когда военные действия осуществляются «не на материальном уровне, а цифровом уровне». В качестве оружия при этом выступает информация, а инструментами являются цифровые инструменты, средства и технологии. «Кибербезопасность» сегодня рассматривается одной из главных отраслей будущего. С каждым годом растут количество и направления атак на киберпространство [25]. Согласно прогнозным данным в ближайшее время «целями преступников чаще будут не финансовая выгода или получение крупных сумм выкупа, а пе-

ребои в деятельности предприятий, аварии, остановка важнейших технологических процессов». В 2022 году Россия стала одной из самых кибератакуемых стран мира – число кибератак на Россию, так же как и число кибератак на автоматизированные системы управления, выросло на 80 %. Отметим, что противодействие онлайн-терроризму – это одна из задач ООН [2, 3, 25, 27, 28].

Для анализа влияния данных на окружающую среду и потребления энергетических ресурсов воспользуемся корреляционно-регрессионным анализом и анализом временных рядов, используя данные [24, 25, 26, 33, 34].

#### Результаты

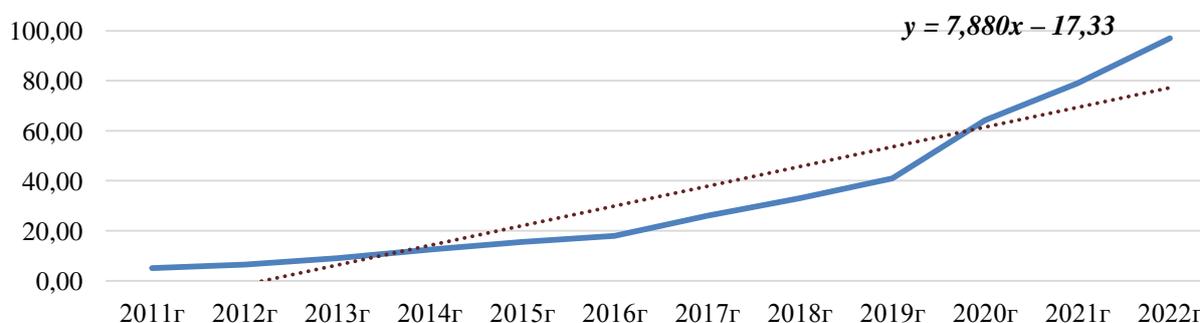
Динамика и линии тренда объема данных и информации, созданных, собранных, скопированных и потребленных во всем мире, а также потребления электроэнергии, выбросов CO<sub>2</sub> на душу населения, энергоемкости ВВП и ущерба, причиненного интернет-преступлениями, приведены в табл. 5.

По результатам проведенного анализа можно сделать следующие выводы. Во-первых, наблюдается устойчивый временной тренд роста: а) объема данных /информации; б) потребления электроэнергии; в) ущерба, причиненного интернет-преступлениями (рис. 5–7).

**Таблица 5**

**Линии тренда и коэффициенты детерминации используемых данных, потребленной электроэнергии и выбросов CO<sub>2</sub>**

№	Фактор	Линия тренда	Коэффициент детерминации
1	Объема информации	$y = 7,8808x - 17,333$	$R^2 = 0,862$
2	Мировое потребление электроэнергии, Вт-ч	$y = 572,65x + 18455$	$R^2 = 0,9621$
3	Выбросы CO <sub>2</sub> на душу населения	$y = -0,0009x^2 - 0,0161x + 4,9119$	$R^2 = 0,6347$
4	Потребление электроэнергии в мега-тоннах нефтяного эквивалента	$y = 213,29x + 7972,5$	$R^2 = 0,9793$
5	Энергоемкость ВВП	$y = -0,0021x + 0,1777$	$R^2 = 0,9948$
6	Ущерб, причиненный интернет-преступлениями	$y = 535,18x - 1038,4$	$R^2 = 0,7875$



**Рис. 5. Динамика и линия тренда объем данных /информации, созданных, собранных, скопированных и потребленных во всем мире (зеттабайт)**

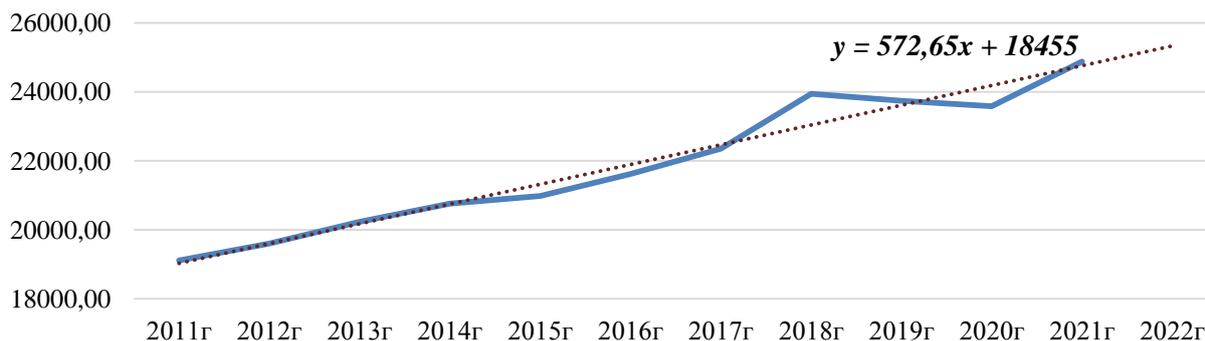


Рис. 6. Динамика и линия тренда мирового потребления электроэнергии, Вт-ч

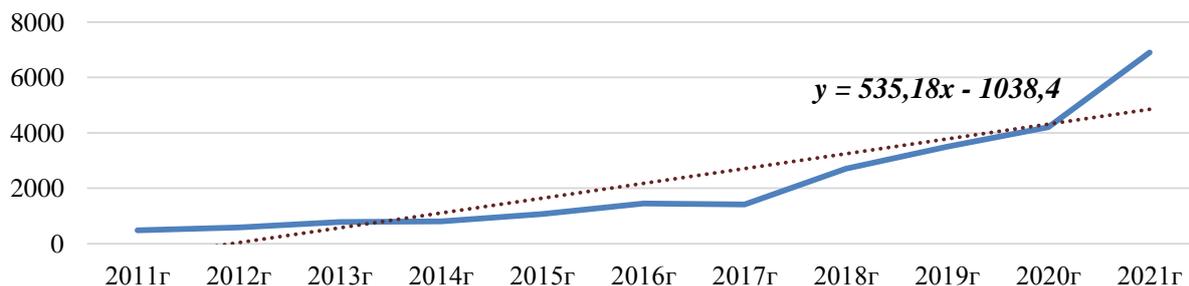


Рис. 7. Динамика и временной тренд мирового ущерба, причиненного интернет-преступлениями в результате сообщений о киберпреступлениях, млн долл. США

Во-вторых, выявлены тенденции снижения энергоёмкости ВВП и сокращения выбросов CO<sub>2</sub> на душу населения (рис. 8, 9, 10).

Однако является ли тренд долгосрочным и какова в нем роль цифровизации? Для проверки гипотезы влияния инструментов и моделей цифровой экономики (выраженное через объём созданных, собранных, скопированных и потребленных во всём мире данных) на состояние окружающей среды (выраженное в выбросах углекислого газа на душу населения) представляется необходимо использовать методы эталонной динамики (рис. 11–13).

Как видно из рис. 11, темпы роста объёма созданных и использованных данных во много раз превышают темпы сокращения выбросов CO<sub>2</sub> на душу населения. Это согласуется с рассмотренными выше утверждениями о наличии негативных явных и скрытых угроз, связанных с цифровизацией, и влиянием процессов создания и использования данных на окружающую среду. Прежде всего, это связано с тем, что для передачи, хранения и анализа данных требуются значительные затраты энергетических ресурсов. При этом рост энергетических ресурсов, связанный с необходимостью поддержания инфраструктуры данных, может превосходить их сокращение вследствие использования в энергетике цифровых моделей оптимизации процессов, например, цифровых двойников, а также создания сетей «smart grid» (умная электро-

сеть). Об этом свидетельствуют результаты сопоставления темпов изменения выбросов CO<sub>2</sub> на душу населения и энергоёмкости ВВП (рис. 12).

Сопоставление темпов снижения энергоёмкости ВВП и темпов роста созданных и использованных данных позволяет выявить значимую закономерность, проявляющуюся с 2018 года – замедление темпов снижения энергоёмкости ВВП при резком росте объёма созданных и использованных данных (рис. 13).

Можно с уверенностью предсказать, что в дальнейшем снижение энергоёмкости ВВП может не только не замедлиться, но возможно появление противоположной ситуации – роста энергоёмкости ВВП. Это связано, прежде всего, с необходимостью создавать и поддерживать цифровую инфраструктуру, основой которой являются центры обработки данных.

Центры обработки данных (ЦОД), потребляющие большое количество электроэнергии, являются ключевым инфраструктурным элементом цифровой экономики. Рынок ЦОД как с точки зрения предложения услуг, так и спроса на строительство, является растущим. Высокий спрос на обработку данных в режиме реального времени, соответствующую новым технологиям, означает, что ЦОДы должны располагаться в непосредственной близости к клиентам. Внедрение «облачных» и «граничных» вычислений, локализации данных в рамках политики управления данными

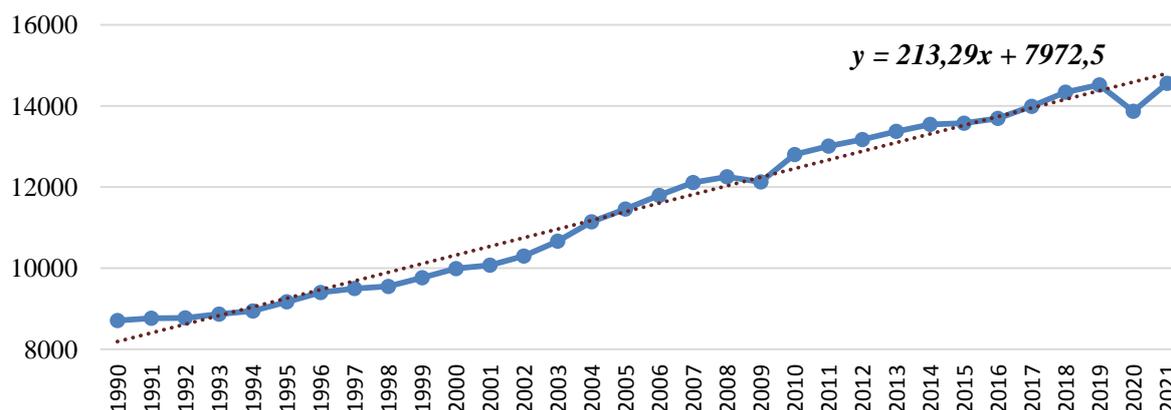


Рис. 8. Динамика и временной тренд мирового потребления электроэнергии, в мегатоннах нефтяного эквивалента

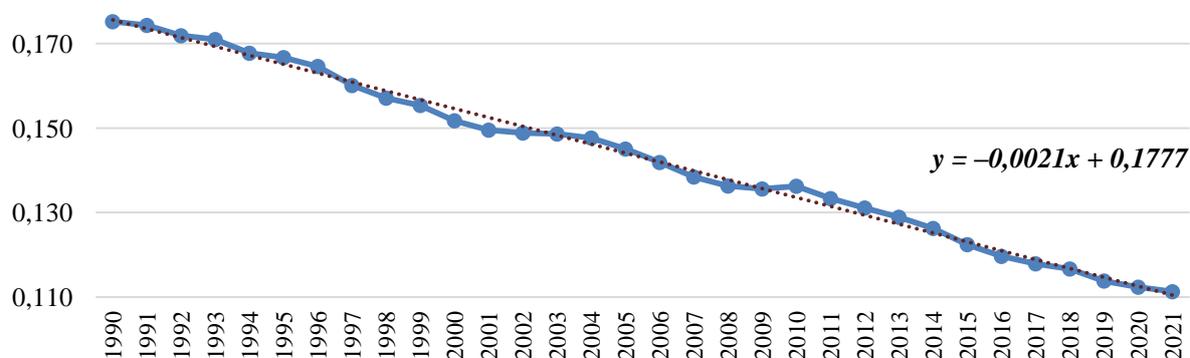


Рис. 9. Динамика и временной тренд энергоёмкости ВВП, в тоннах условного топлива на единицу стоимости ВВП

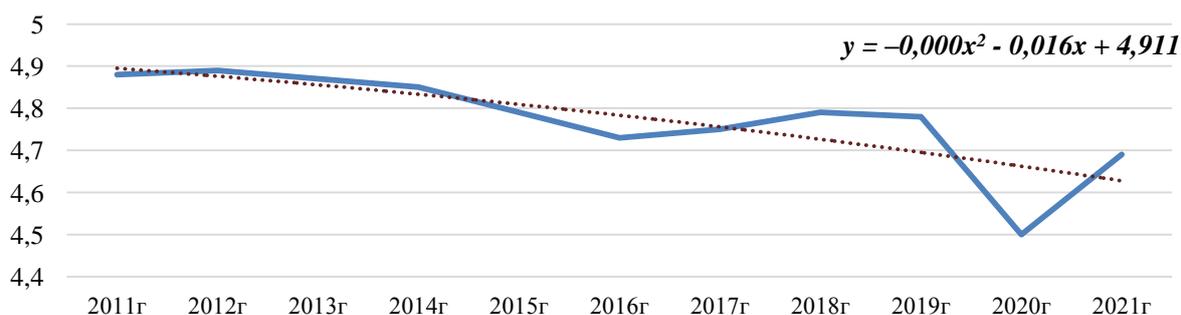


Рис. 10. Динамика выбросов углекислого газа на душу населения в мире, в тоннах на человека за год

требует, чтобы ЦОДы находились в пределах их границ или регионов. Следовательно, с проблемами хранения и обработки данных столкнутся все регионы Российской Федерации.

С целью «защиты экологии и планеты в целом» все более популярными становятся «зеленые ЦОД». С целью поиска различных энергосберегающих решений на содержание «зеленых ЦОД»

требуется создание проектов новых, инновационных и экологических ЦОД, соответствующих критериям зеленого строительства «The Leadership in Energy & Environmental Design» (LEED) [31]. Правительство также должно предпринимать шаги по стимулированию и продвижению устойчивых центров обработки данных в стране.

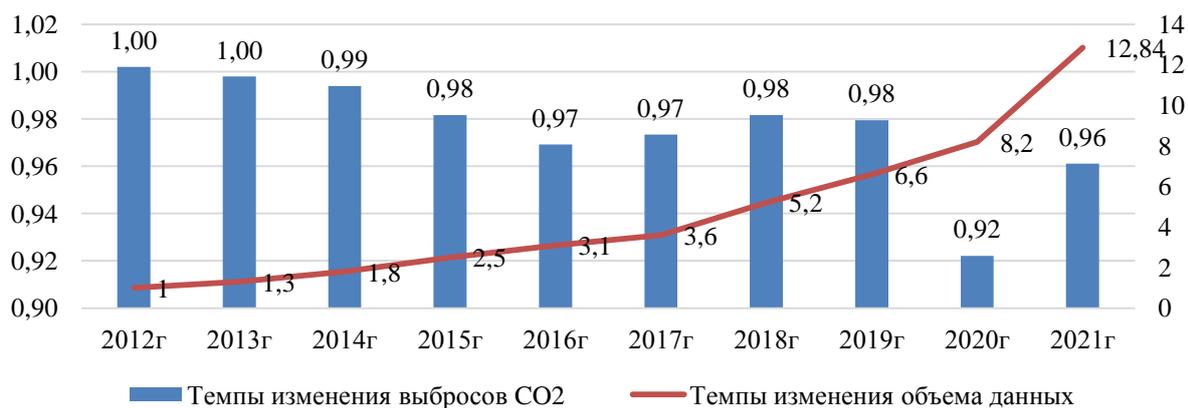


Рис. 11. Динамика темпов изменения выбросов CO<sub>2</sub> и объема данных

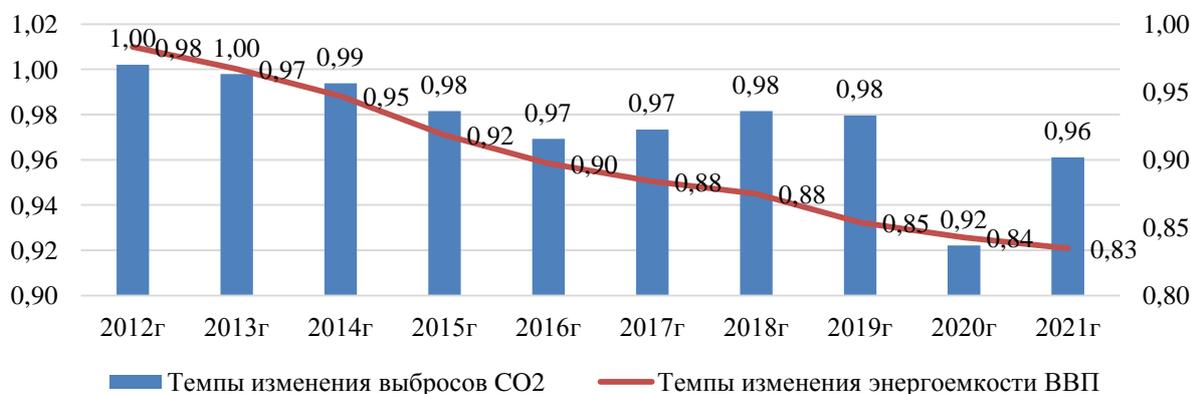


Рис. 12. Динамика темпов изменения выбросов CO<sub>2</sub> и энергоёмкости ВВП

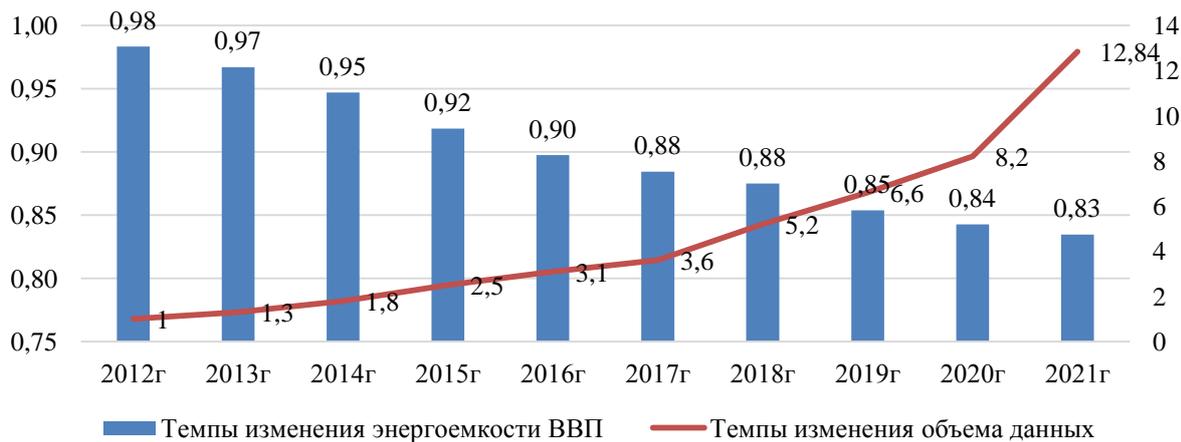


Рис. 13. Динамика темпов изменения энергоёмкости ВВП и объема созданных данных

Некоторые принципы киберэкологичного бизнеса могут быть сформулированы следующим образом.

1. Принцип устойчивого развития: «Удовлетворение потребностей современного человека не должно негативно сказываться на возможности удовлетворения тех же потребностей будущих поколений». Обществу необходима разработка новой модели экономического развития, которая будет согласовываться с быстрыми темпами цифровизации.

2. Принцип дедубликации: замедление темпа роста возникновения копий информации и дублирующихся данных таким образом, чтобы сохранить целостность системы, с целью снижения расходов на хранение данных.

3. Принцип формирования культуры этичного обращения с данными в глобальном смысле: основная концепция состоит в разработке и принятии участниками рынка совместно с государством и представителями общественности комплекса мер, направленных на следование общечеловеческим этическим принципам – включая ответственность перед обществом – практик получения, хранения, управления, интерпретации, анализа, применения и ликвидации данных.

4. Принцип ценности: ценность данных определяется степенью их полезности и важности для владельца, а также возможностью безопасно передавать и обменивать цифровые данные.

5. Принцип экологичности данных: при организации системы хранения данных следует минимизировать влияние системы на окружающую среду путём контроля энергопотребления и экологичности как самой системы, так и вспомогательных систем, возникающих при подключении к мировой сети. Особое внимание следует уделять пропускной способности, задержкам и затратам на передачу данных.

#### **Обсуждение и выводы**

На карте глобальных вызовов человечества доминирующее место сегодня занимают технологические риски, одна из причин этого – цифровизация и порождаемые ею угрозы и проблемы. Цифровые технологии изменили привычные подходы к организации бизнес-процессов, структуру рынка труда, модели потребительского поведения и выбора, а также бизнес-модели создания, удержания и доставки ценности. Развитие ИКТ и Интернета стало важнейшим фактором социальных и экономических изменений, трансформировало методы взаимодействия правительства, бизнеса и

граждан, привело к появлению новых способов решения проблем устойчивого развития. Используемые сегодня ООН показатели достижения целей устойчивого развития включают показатели доступа к Интернету и уровень использования ИКТ. Однако киберсреда и инфраструктура, необходимая для ее поддержания, не рассматриваются в контексте нанесения ущерба окружающей среде и человеку, к настоящему времени не выработано единого подхода относительно возможных непредвиденных последствий глобальной цифровизации. Это актуализирует изучение взаимосвязи киберпространства, окружающей и социальной сред, требует совершенствования понятийного аппарата цифровой экономики, совершенствования методических подходов к управлению устойчивым развитием, позволяющих использовать потенциал цифровых технологий при превентивном учете их негативного влияния на социо- и экосферы.

Базовым элементом системы устойчивого развития в цифровой среде является обеспечение киберэкологичности бизнеса. Киберсфера постепенно становится основной средой обитания человека, а нормативно-правовое и организационно-управленческое обеспечение процессов, протекающих в ней, является первостепенной задачей, как и изучение нарастающих проблем, связанных с процессами сбора, передачи, хранения и обработки данных.

По результатам статистического анализа выявлено, что параллельно с ростом количества созданных и используемых данных и снижением энергоёмкости ВВП, растёт и потребление электроэнергии. Наблюдаемая с 2018 года закономерность – замедление темпов снижения энергоёмкости ВВП при резком росте объёма созданных и использованных данных – может свидетельствовать о вероятности в ближайшем времени роста энергоёмкости ВВП. Кроме того, темпы роста объёма созданных и использованных данных во много раз превышают темпы сокращения выбросов CO<sub>2</sub> на душу населения, свидетельствуя о наличии не только «положительного», но и «отрицательного» потенциала цифровизации, ее негативном влиянии на окружающую среду. Это во многом связано с развитием цифровой инфраструктуры, работой центров обработки данных. Реализация принципов киберэкологии в процессах создания, передачи, хранения и использования данных и управления цифровой инфраструктурой является неотъемлемым элементом обеспечения устойчивого развития в новой, цифровой реальности.

## Список литературы

1. Винер Н. Кибернетика, или управление и связь в животном и машине. М.: Наука, 1983. 338 с.
2. Грибов И.А. Информационное общество: от виртуальной реальности к реальной виртуальности // Исторические, философские, политические и юридические науки, культурология и искусствоведение. Вопросы теории и практики. № 9 (23). Тамбов: Грамота, 2012.
3. Добринская Д.Е. Киберпространство: территория современной жизни // Вестник Московского университета. Серия 18. Социология и политология. 2018. № 1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kiberprostranstvo-territoriya-sovremennoy-zhizni> (дата обращения: 06.07.2023).
4. Калягина Л.В., Разумов П.Е. Категория «Данные»: понятие, сущность, подходы к анализу // Вестник КрасГАУ. 2014. № 4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kategoriya-dannye-ponyatie-suschnost-podhody-k-analizu> (дата обращения: 11.01.2023).
5. Кашкаров Д.Н. Основы экологии животных: учебное пособие. Ленинград: Государственное учебно-педагогическое издательство Наркомпроса РСФСР, 1944. 382 с.
6. Кузнецова Ю.А. Виртуализация общества: «киберпротезирование» социальных форм взаимодействия // Вестник Санкт-Петербургского университета. Социология. 2021. № 4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/virtualizatsiya-obschestva-kiberprotezirovaniye-sotsialnyh-form-vzaimodeystviya> (дата обращения: 12.02.2023).
7. Леонов Д.А., Селюкова Г.П. Экоинформатика и системы обработки экологических данных // Актуальные вопросы науки и хозяйства: новые вызовы и решения: сборник материалов LV Студенческой научно-практической конференции, Тюмень, 17–19 марта 2021 года. Тюмень: Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2021. С. 487–491. EDN: VHM1YG.
8. Лисеев И.К. Экология как путь к объединению знания о естественном и социальном в человеке // Epistemology & Philosophy of Science. 2020. № 4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ekologiya-kak-put-k-obedineniyu-znaniya-o-estestvennom-i-sotsialnom-v-cheloveke> (дата обращения: 12.02.2023).
9. Некрасов А.С., Некрасова Н.А., Некрасов С.И. Воздействие информационных технологий на человека и его сознание // ЭСГИ. 2021. № 2 (30).
10. Новиков Д.А. Кибернетика 2. 0 // Проблемы управления. 2016. № 1. С. 73–81.
11. Новиков Д.А. Кибернетика: Навигатор. История кибернетики, современное состояние, перспективы развития. М.: ЛЕНАНД, 2016. 160 с. (Серия «Умное управление»)
12. Парахонский А.П. Формирование информационного общества и развитие информационной экологии // Педагогика и современность. 2014. № 3. С. 20–28. EDN: SHOEEH.
13. Петрова Е.В. Информационная среда и ее воздействие на человека: проблемы экологии человека в информационном обществе // Философские науки. 2017. № 5. С. 98–114. EDN: ZDPNHR.
14. Поваров Г.Н. Ампер и кибернетика. М.: Сов. радио, 1977. 96 с.
15. Трусов Ю.П. О предмете и основных идеях экологии // Философские проблемы глобальной экологии. М.: Наука, 1983.
16. Чуйков Ю.С. Предмет и содержание современной экологии // Экологическое образование в XXI веке: тезисы докладов второй межрегиональной научно-практической конференции исследователей и образовательных организаций / под общ. ред. Ю.С. Чуйкова. Астрахань: Изд-во Нижневолжского центра экологического образования, 2001.
17. Эшби У.Р. Введение в кибернетику / пер. с англ. Д.Г. Лахути; под ред. В.А. Успенского; с предисл. А.Н. Колмогорова. М.: Изд-во иностр. лит., 1959. 432 с.
18. Ampère A.-M. Essai sur la philosophie des sciences. Paris: Chez Bachelier, 1843. P. 140–142.
19. Bühl A. Die virtuelle Gesellschaft des 21. Jahrhunderts: sozialer Wandel im digitalen Zeitalter. Wiesbaden: Westdeutscher Verlag, 2000. 200 s.
20. Haeckel E. Generelle Morphologie der Organismen. Allgemeine Grundzüge der organischen Formen-Wissenschaft, mechanisch begründet durch die von Charles Darwin reformierte Deszendenz-Theorie // Berlin: Druck und Verlag von Georg Reimer, 1866. Bd. 1: Allgemeine Anatomie der Organismen. 574 s.; Bd. 2: Allgemeine Entwicklungsgeschichte der Organismen. 462 s.
21. Hongji Yang, Feng Chen, and Suleiman Aliyu. 2017 // Modern software cybernetics. J. Syst. Softw. 124, C (February 2017), 169–186. DOI: 10.1016/j.jss.2016.08.095
22. Rodríguez R.A., Riera R., Delgado J.D. Ecology: Science or philately? An interdisciplinary analysis of sustainability by exploring if it is possible to get more and more information by reducing collateral environmental damages // Sci Total Environ. 2017 Oct 15;596-597:43-52. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2017.04.053. Epub 2017 Apr 14. PMID: 28412570.
23. Tod M. Schuck, Cybernetics, Complexity, and the Challenges to the Realization of the Internet-of-Things // Procedia Computer Science. 2021. Vol. 185. P. 45–54. ISSN 1877-0509. DOI: 10.1016/j.procs.2021.05.040.

24. Данные о мировой энергетике и климате. URL: <https://energystats.enerdata.net/electricity/electricity-domestic-consumption-data.html>
25. Независимый информационно-аналитический центр, посвященный информационной безопасности. URL: <https://www.anti-malware.ru/>
26. Аналитика рынка. URL: <https://www.statista.com/>
27. Портал выбора технологий и поставщиков «TAdviser». URL: <https://www.tadviser.ru/index.php>
28. Портал Организация Объединенных Наций. URL: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/ru/sustainable-development-goals/>
29. Портал о современной фундаментальной науке. URL: <https://postnauka.ru/faq/83781>
30. Современный экономический словарь. URL: <https://dic.academic.ru>
31. Центр исследований и экологического инжиниринга. URL: <https://hpb-s.com/news/leed-certification/>
32. The Global Risks Report (2022). URL: [https://www3.weforum.org/docs/WEF\\_The\\_Global\\_Risks\\_Report\\_2022.pdf](https://www3.weforum.org/docs/WEF_The_Global_Risks_Report_2022.pdf)
33. The Organisation for Economic Cooperation and Development (OECD). URL: <https://www.oecd.org>
34. The Centre for Competition, Regulation and Economic Development (CCRED) in the Faculty of Economic and Financial Sciences at the University of Johannesburg. URL: <https://www.competition.org.za/>

### References

1. Wiener N. *Cybernetics: or the Control and Communication in the Animal and the Machine*. Cambridge: The Technology, 1948. 194 p.
2. Gribov I.A. Information society: from virtual reality to real virtuality. *Voprosy teorii i praktiki* [Historical, philosophical, political and legal sciences, cultural studies and art history. Questions of theory and practice], 2012, no. 9 (23). (In Russ.)
3. Dobrinskaya D.E. Cyberspace: the territory of modern life. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 18. Sociologiya i politologiya* [Moscow University Bulletin. Series 18. Sociology and political science], 2018, no. 1. (In Russ.) URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kiberprostranstvo-territoriya-sovremennoy-zhizni> (accessed: 06.07.2023).
4. Kalyagina L.V., Razumov P.E. Category “Data”: concept, essence, approaches to analysis. *Vestnik KrasGAU* [Bulletin of KrasSAU], 2014, no. 4. (In Russ.) URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kategoriya-dannye-ponyatie-suschnost-podhody-k-analizu> (accessed: 11.01.2023).
5. Kashkarov D.N. *Osnovy ekologii zhivotnyh* [Fundamentals of animal ecology]. Leningrad, 1944. 382 p.
6. Kuznecova Yu.A. Virtualization of society: “cyberprosthetics” of social forms of interaction. *Vestnik Sankt-Peterburgskogo universiteta. Sociologiya* [Bulletin of St. Petersburg University. Sociology], 2021, no. 4. (In Russ.) URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/virtualizatsiya-obschestva-kiberprotezirovaniye-sotsialnyh-form-vzaimodeystviya> (accessed: 12.02.2023).
7. Leonov D.A., Selyukova G.P. Ecoinformatics and environmental data processing systems. *Aktual'nye voprosy nauki i hozyajstva: novye vyzovy i resheniya* [Topical issues of science and economy: new challenges and solutions: Collection of materials of the LV Student Scientific and Practical Conference, Tyumen, March 17–19, 2021]. Tyumen', 2021, pp. 487–491. (In Russ.) EDN: VHMIYG.
8. Liseev I.K. Ecology as a way to combine knowledge about the natural and the social in man. *Epistemology & Philosophy of Science*, 2020, no. 4. (In Russ.) URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ekologiya-kak-put-k-obedineniyu-znaniya-o-estestvennom-i-sotsialnom-v-cheloveke> (accessed: 12.02.2023).
9. Nekrasov A.S., Nekrasova N.A., Nekrasov S.I. The impact of information technology on a person and his consciousness. *ESGI*, 2021, no. 2 (30). (In Russ.)
10. Novikov D.A. Kibernetika 2.0 Cybernetics 2.0. *Problemy upravleniya* [Management problems], 2016, no. 1, pp. 73–81. (In Russ.)
11. Novikov D.A. *Kibernetika: Navigator. Istoriya kibernetiki, sovremennoe sostoyanie, perspektivy razvitiya* [Cybernetics: Navigator. History of cybernetics, current state, development prospects]. Moscow, 2016. 160 p.
12. Parahonskij A.P. Formation of the information society and the development of information ecology. *Pedagogika i sovremennost'* [Pedagogy and modernity], 2014, no. 3, pp. 20–28. (In Russ.) EDN: SHOEED.
13. Petrova E.V. Information environment and its impact on a person: problems of human ecology in the information society. *Filosofskie nauki* [Philosophical sciences], 2017, no. 5, pp. 98–114. (In Russ.) EDN: ZDPHHR.
14. Povarov G.N. *Amper i kibernetika* [Ampere and cybernetics]. Moscow, 1977. 96 p.
15. Trusov Yu.P. O predmete i osnovnyh ideyah ekologii [On the subject and basic ideas of ecology]. *Filosofskie problemy global'noj ekologii* [Philosophical problems of global ecology]. Moscow, 1983.

16. Chujkov Yu.S. The subject and content of modern ecology. *Ekologicheskoe obrazovanie v HKHI veke* [Ecological Education in the 21st Century. Abstracts of the Second Interregional Scientific and Practical Conference of Research and Educational Organizations]. Astrahan', 2001. (In Russ.)
17. Eshbi U.R. *Vvedenie v kibernetiku* [Introduction to cybernetics]. Moscow, 1959. 432 p.
18. Ampère A.-M. *Essai sur la philosophie des sciences*. Paris: Chez Bachelier, 1843, pp. 140–142.
19. Bühl A. *Die virtuelle Gesellschaft des 21. Jahrhunderts: sozialer Wandel im digitalen Zeitalter*. Wiesbaden: Westdeutscher Verlag, 2000. 200 s.
20. Haeckel E. *Generelle Morphologie der Organismen. Allgemeine Grundzüge der organischen Formen-Wissenschaft, mechanisch begründet durch die von Charles Darwin reformierte Deszendenz-Theorie*. Berlin: Druck und Verlag von Georg Reimer, 1866. Bd. 1: Allgemeine Anatomie der Organismen. 574 s.; Bd. 2: Allgemeine Entwicklungsgeschichte der Organismen. 462 s.
21. Hongji Yang, Feng Chen, and Suleiman Aliyu. 2017. *Modern software cybernetics. J. Syst. Softw.* 124, C (February 2017), pp. 169–186. DOI: 10.1016/j.jss.2016.08.095
22. Rodríguez R.A., Riera R., Delgado J.D. Ecology: Science or philately? An interdisciplinary analysis of sustainability by exploring if it is possible to get more and more information by reducing collateral environmental damages. *Sci Total Environ*, 2017 Oct 15;596-597:43-52. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2017.04.053. Epub 2017 Apr 14. PMID: 28412570.
23. Tod M. Schuck, Cybernetics, Complexity, and the Challenges to the Realization of the Internet-of-Things. *Procedia Computer Science*, 2021, vol. 185, pp. 45–54. DOI: 10.1016/j.procs.2021.05.040.
24. *Dannye o mirovoj energetike i klimate* [World energy and climate data]. URL: <https://energystats.enerdata.net/electricity/electricity-domestic-consumption-data.html>
25. *Nezavisimyj informacionno-analiticheskij centr, posvyashchennyj informacionnoj bezopasnosti* [Independent information and analytical center dedicated to information security]. URL: <https://www.anti-malware.ru/>
26. *Analitika rynka* [Market Analytics]. URL: <https://www.statista.com/>
27. *Portal vybora tekhnologij i postavshchikov «TAdviser»* [Portal of the choice of technologies and suppliers of “TAdviser”]. URL: <https://www.tadviser.ru/index.php>
28. *Portal Organizaciya Ob"edinennyh Nacij* [United Nations Portal]. URL: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/ru/sustainable-development-goals/>
29. *Portal o sovremennoj fundamental'noj nauke i uchyonyh, kotorye eyo sozdayut, o populyarizacii nauchnyh znaniy* [Portal about modern fundamental science]. URL: <https://postnauka.ru/faq/83781>
30. *Sovremennyj ekonomicheskij slovar'* [Modern economic dictionary]. URL: <https://dic.academic.ru>
31. *Centr issledovaniy i ekologicheskogo inzhiniringa* [Center for Research and Environmental Engineering]. URL: <https://hpb-s.com/news/leed-certification/>
32. *The Global Risks Report (2022)*. URL: [https://www3.weforum.org/docs/WEF\\_The\\_Global\\_Risks\\_Report\\_2022.pdf](https://www3.weforum.org/docs/WEF_The_Global_Risks_Report_2022.pdf)
33. *The Organisation for Economic Cooperation and Development (OECD)*. URL: <https://www.oecd.org>
34. *The Centre for Competition, Regulation and Economic Development (CCRED) in the Faculty of Economic and Financial Sciences at the University of Johannesburg*. URL: <https://www.competition.org.za/>

#### **Информация об авторах**

**Лясковская Елена Александровна**, доктор экономических наук, профессор кафедры «Цифровая экономика и информационные технологии», Южно-Уральский государственный университет, Челябинск, Россия, [elen\\_lea@mail.ru](mailto:elen_lea@mail.ru).

**Халилова Гульназ Рафиковна**, аспирант кафедры «Цифровая экономика и информационные технологии», Высшая школа экономики и управления, Южно-Уральский государственный университет, Челябинск, Россия, [l.khalilovagr.l@gmail.com](mailto:l.khalilovagr.l@gmail.com)

#### **Information about the authors**

**Elena A. Lyaskovskaya**, Professor of the Department of Digital Economy and Information Technology, South Ural State University, Chelyabinsk, Russia, [elen\\_lea@mail.ru](mailto:elen_lea@mail.ru)

**Gulnaz R. Khalilova**, postgraduate student of the Department of Digital Economy and Information Technology, South Ural State University, Chelyabinsk, Russia, [cherepash.l@gmail.com](mailto:cherepash.l@gmail.com)

**Статья поступила в редакцию 15.02.2023**

**The article was submitted 15.02.2023**