

# Седьмой технологический уклад: представления человека и машины

Seventh techno-economic paradigm: human and machine representations



**И. Л. Туккель,**

д. т. н., профессор, заслуженный деятель науки РФ  
✉ tukkel@mail.ru

**I. L. Tukkel',**

doctor of technical sciences, professor



**И. А. Гуков,**

студент магистратуры  
✉ ilyagukovspb@gmail.com

**I. A. Gukov,**

master's student



**Я. И. Жук,**

студент магистратуры  
✉ yana00zhuk@mail.ru

**Ya. I. Zhuk,**

master's student



**Р. А. Недосеков,**

студент магистратуры  
✉ roman.nedosekov@icloud.com

**R. A. Nedosekov,**

master's student



**Г. О. Панкратов,**

студент магистратуры  
✉ gpankratov08@gmail.com

**G. O. Pankratov,**

master's student



**К. Н. Поспелов,**

студент магистратуры  
✉ kap.pospelov@yandex.ru

**K. N. Pospelov,**

master's student



**Д. М. Сорокина,**

студент магистратуры  
✉ sorokina.d83@gmail.com

**D. M. Sorokina,**

master's student

Высшая школа проектной деятельности и инноваций в промышленности, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого  
Higher school of projecting and industrial innovation, Peter the Great St. Petersburg polytechnic university

Исследование ориентировано на формирование представлений о седьмом технологическом укладе — принципиально новом этапе развития науки и техники, начало которого ожидается в течение ближайших десятилетий. В качестве основы для высказанных гипотез о развитии седьмого технологического уклада были использованы научные статьи в различных научных областях и, в частности, в области научного предвидения. Полученные сведения были сгруппированы в два основных сценария развития седьмого технологического уклада. Альтернативным сценарием послужило представление, сформированное нейронной сетью GPT-4 — ее использование обусловлено возможностью генерации текстов на основании поверхностного анализа большого количества открытых источников информации. Для валидации результатов, представленных нейронной сетью, был проведен упрощенный тест Тьюринга на 116 респондентов, который выявил низкую степень различий между человеческим и машинным представлениями о седьмом технологическом укладе. В результате в работе были предложены три возможных сценария развития седьмого технологического уклада: трансгуманистический уклад, экологический уклад (оба — сформированы аналитической группой), уклад интеллектуальных машин (сформирован нейронной сетью). Делается вывод о перспективности исследований в указанных областях. Замечается, что описанные направления развития науки и техники являются гипотетическими и не обязательно будут представлять реальный седьмой технологический уклад.

The research is focused on the formation of ideas about the seventh techno-economic paradigm — a fundamentally new stage of development of science and technology, the beginning of which is expected within the next decades. Scientific articles in various scientific fields, particularly in the field of scientific foresight, were used as a basis for the hypotheses about the development of the seventh techno-economic paradigm. The findings were grouped into two main scenarios for the development of the seventh techno-economic paradigm. An alternative scenario was the representation generated by the GPT-4 artificial neural network — its use is due to the ability to generate texts based on a surface analysis of open sources of information provided by the artificial neural network. To validate the results provided by the neural network, a simplified Turing test was conducted on 116 respondents, which revealed a low degree of difference between human and machine representations of the seventh techno-economic paradigm. As a result of this study, the paper summarizes three main scenarios of the seventh technological mode: transhumanist paradigm, ecological paradigm (both formed by the analytical group), and intelligent machine paradigm (formed by the neural network). Based on this study, a conclusion is made about the possible prospectivity of research in these areas. It is noted that the mentioned directions of science and technology development are hypothetical and will not necessarily represent the real seventh techno-economic paradigm.

**Ключевые слова:** технологический уклад, научное предвидение, футурология, трансгуманизм, экология, интеллектуальные машины, искусственный интеллект, нейронная сеть.

**Keywords:** techno-economic paradigm, scientific foresight, futurology, transhumanism, ecology, intelligent machines, artificial intelligence, artificial neural network.

## Введение

Начиная с XX века в исследованиях инновационных процессов вводится понятие «технологического уклада», описывающее глобальный этап развития науки и техники через совокупность сопряженных технологий, развивающихся с определенным темпом, смена которого означает и смену технологического уклада [1]. Такие глобальные этапы связаны с длинными волнами Кондратьева, а потому характерным периодом смены технологических укладов традиционно считается срок примерно от 40 до 60 лет [2]. Тем не менее, история показывает, что отдельные технологические уклады бывает сложно ввести в эти рамки, а потому они могут оказаться как короче, так и длиннее волн Кондратьева, и, кроме того, не всегда явным образом коррелируют с ними [3, 4].

Тем не менее, рассмотрение технологических укладов остается важным направлением научного предвидения — направления науки, ориентированного на формирование возможных сценариев возникновения и развития объектов, явлений и процессов, которых на настоящий момент не существуют, но имеется вероятность их появления в будущем [5]. Технологический уклад в контексте научного предвидения можно рассматривать как одну из крупнейших единиц определения сценариев будущего развития науки и техники, описывающую основные глобальные закономерности, общие тенденции в исследованиях и разработках. Своевременное определение сценариев будущих технологических укладов и начало исследований в соответствующих направлениях может позволить наилучшим образом отреагировать на переход к новому технологическому укладу. Для коммерческих предприятий это позволит извлечь прибыль из научно-технического прогресса, для ученого сообщества — ускорить прогресс и повысить качество предлагаемых решений. Разумное использование результатов работ по научному предвидению может стать основой для эффективной инновационной деятельности. Этим обусловлена актуальность настоящего исследования.

Согласно сложившемуся представлению о технологических укладах, нынешний — шестой — тех-

нологический уклад, базирующийся в основном на микроэлектронике и нанотехнологиях, будет в течение нескольких десятилетий замещен новым, седьмым технологическим укладом [6]. Несмотря на то, что прогнозирование развития науки и технологий в столь глобальном контексте редко бывает точным, основываясь на современных тенденциях в социальной сфере, науке и технике, можно предположить, какие именно технологии лягут в основу седьмого технологического уклада. Такие предположения выдвигаются в рамках настоящего исследования, которое было проведено в рамках освоения дисциплины «Теоретические основы инновационной деятельности» по образовательной программе «Управление инновациями в условиях цифровой трансформации организации» (Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Институт машиностроения материалов и транспорта, Высшая школа проектной деятельности и инноваций в промышленности).

Целью работы является формирование верхнеуровневых сценариев формирования седьмого технологического уклада, базирующихся на информации о современных тенденциях в социальной сфере, науке и технике. Это исследование развивает и дополняет прочие общие и конкретные работы по научному предвидению в отношении технологических укладов [6-8].

## Методы и материалы

В рамках работы осуществлялся систематический поиск и обзор литературы в области научного предвидения. В открытых базах научных публикаций поиск начинался с изучения работ по технологическим укладам, далее онтологическая модель поиска дополнялась для нахождения по ключевым словам исследований, которые касаются отдельных технологий и концепций, которые могут лечь в основу технологического уклада. Итоговая онтологическая модель обзора литературы для настоящего исследования приводится на рис. 1.

Представленный в онтологической модели список ключевых слов не исчерпывающий: ввиду того,

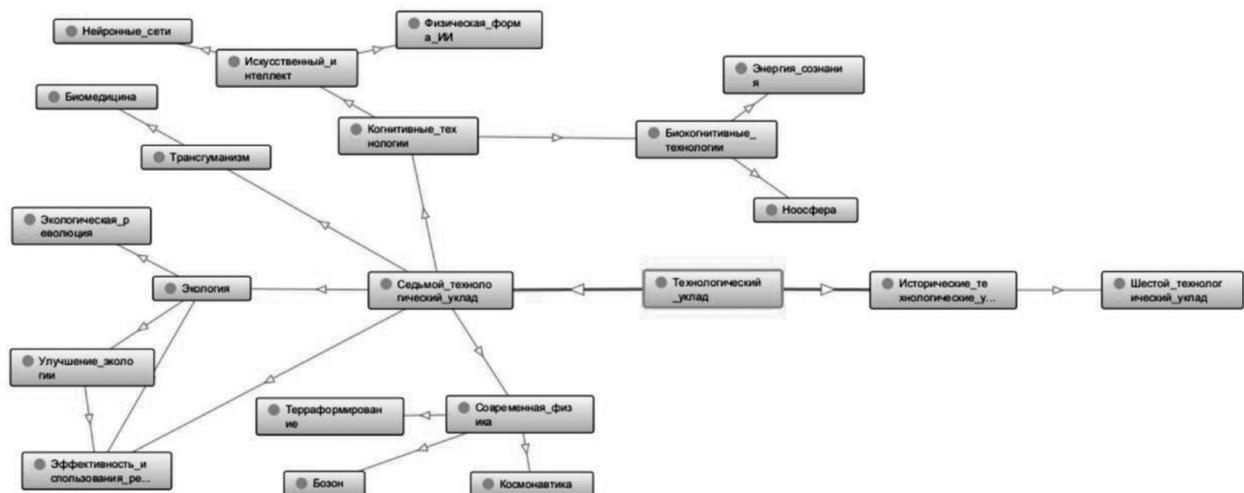


Рис. 1. Онтологическая модель литературного обзора

Источник: составлено авторами

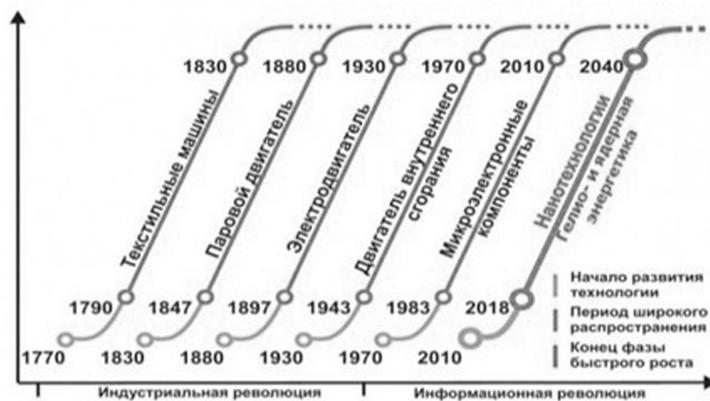


Рис. 2. Смена технологических укладов в ходе современного экономического развития с указанием их ключевых технологий преобразования энергии в работу

Источник: [9]

что поиск производился как в русскоязычных, так и в англоязычных изданиях, все ключевые слова переводились на английский язык, а также дополнялись и корректировались по необходимости непосредственно в процессе поиска.

В рамках исследования используются методы анализа, синтеза, формализации, сравнения, идеализации и прочие теоретические методы, в качестве эмпирических методов выступают изучение источников и опрос. Последний применяется для валидации результатов взаимодействия с нейронной сетью, которое будет осуществляться в рамках работы для формирования альтернативного варианта описания технологического уклада — такая валидация будет осуществляться с помощью теста Тьюринга (данные, полученные при взаимодействии с нейросетью, сравниваются с данными, полученными при описании человеком).

### Результаты

#### Технологические уклады в контексте теории систем

В отечественной науке современные работы по теме технологических укладов ориентируются на позицию С. Ю. Глазьева [6, 9]. Глазьев проводит связи между теорией технологических укладов и теорией систем, трансдисциплинарным научным направлением, ориентированным на изучение сложных объектов (организаций, отраслей и пр.) как систем,

то есть — в простейшем возможном определении — совокупностей взаимосвязанных объектов [10]. В этом контексте технологические уклады рассматриваются как условно динамически стабильные состояния системы, включающей в свой состав все научно-технические организации мира или большую часть таких организаций.

В свою очередь, эволюция систем в современном определении обычно связывается с последовательностью S-образных кривых, каждая из которых соответствует одному этапу развития системы, а если точнее — переднему фронту развития системы на определенном этапе (это на практике означает наиболее интенсивный этап развития соответствующих этапу технологии) [11]. Этот подход, являющийся в известном смысле упрощением реальности, заметно коррелирует с данным выше определением технологического уклада в контексте теории систем. С. Ю. Глазьев предлагает определять долгосрочное технико-экономическое развитие как процесс смены технологических укладов, представляющееся сменой состояний глобальной научно-технической системы (см. рис. 2).

Необходимо отметить, что даже с учетом высокого уровня абстракции предложенной С. Ю. Глазьевым иллюстрации смены технологических укладов, она явным образом коррелирует также с теорией инновационного развития. На рис. 2 отсутствует указание на параметры, значения которых отложены на осях абсцисс и ординат, однако если допустить, что на

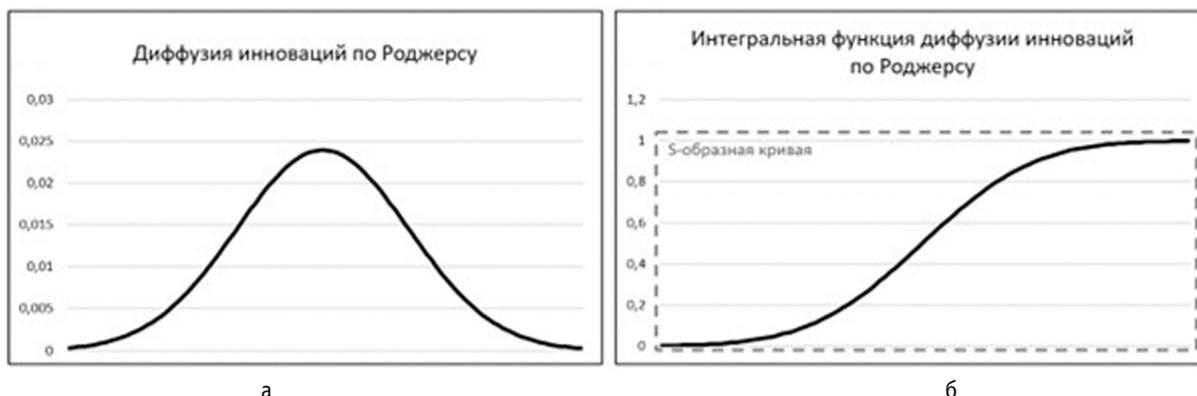


Рис. 3. Модель диффузии инноваций по Роджерсу — а; интеграл функции диффузии инноваций по Роджерсу — б

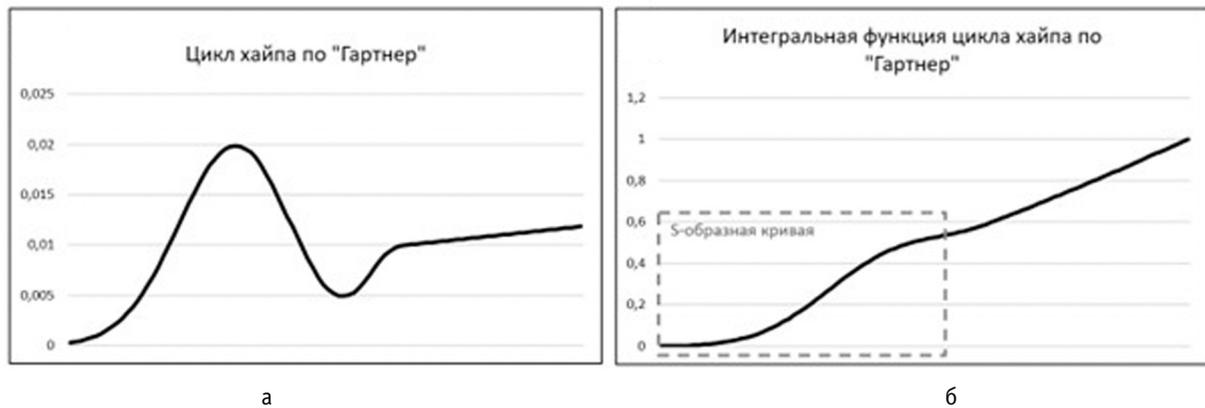


Рис. 4. Модель цикла хайпа компании «Гартнер» — а; интеграл функции цикла хайпа компании «Гартнер» — б

оси абсцисс отложено время (циклический характер технологических укладов привязан ко времени, хотя между временем и развитием технологий наблюдается скорее корреляция, чем прямая зависимость: если отталкиваться от этой логики, то технологии развиваются не со временем, а с развитием человеческого мышления, и, возможно, по оси абсцисс следует откладывать интегральную количественную оценку научно-технического прогресса, однако такую величину довольно сложно формализовать, поэтому время — простой и правдоподобный вариант), а на оси ординат — интегральная оценка внедрения инноваций, то к модели С. Ю. Глазьева может быть приложена и модель диффузии инноваций. На рис. 3 и 4 представлены интегралы общих видов моделей диффузии инноваций по Роджерсу и цикла хайпа из исследований фирмы «Гартнер» соответственно [12, 13], которые имеют характерную S-образную форму, а потому позволяют сделать вывод о возможности рассмотрения технологического уклада как обособленного этапа диффузии определенного вида инноваций.

Обратим внимание, что только часть цикла хайпа при интегрировании дает S-образную кривую, что связывается с понятием «переднего фронта развития

системы» — цикл хайпа описывает не только первый, основной этап развития технологий (прямо коррелирующего с общественным интересом к технологиям), но и последующие этапы.

Таким образом, можно провести связи между понятиями «система», «технологический уклад» и «инновационное развитие». Это позволяет в дальнейшем при формировании сценариев технологических укладов опираться на определения из теории систем, руководствоваться свойствами эмерджентности, робастности и прочими характеристиками систем при формировании предположений о технологических укладах как об этапах развития глобальной научно-технической системы.

При изложении сценариев предлагается соблюдать формальную структуру, которая позволяет кратко изложить основные сведения о верхнеуровневом абстрактном описании технологического уклада. Такая типовая форма состоит в нашем случае из восьми основных характеристик технологического уклада. Эти характеристики и их краткие описания представлены в табл. 1.

По аналогии с табл. 1 будет осуществляться краткое описание каждого из сценариев седьмого технологического уклада.

Таблица 1

#### Формальное описание технологического уклада

Характеристика	Описание
Название технологического уклада	Наименование периода в развитии науки и техники
Нижняя граница переднего фронта развития системы	Ключевая технология, позволяющая начать основной этап развития технологий в рамках рассматриваемого технологического уклада, фактически позволяющая перейти от текущего технологического уклада к рассматриваемому
Прогнозное начало	Ориентировочное время начала рассматриваемого технологического уклада
Верхняя граница переднего фронта развития системы	Ключевая технология, означающая завершение основного этапа развития технологий в рамках рассматриваемого технологического уклада и выход на пик ожиданий (в терминах цикла хайпа [13]), фактически позволяющая начать переход к последующему технологическому укладу от рассматриваемого
Прогнозная продолжительность	Ориентировочная длительность рассматриваемого технологического уклада от его прогнозного начала до достижения прогнозного начала следующего технологического уклада
Ядро	Основной тип применяемых технологий либо ключевая технология, на которой основывается большая часть применяемых технологий рассматриваемого технологического уклада (например, паровые технологии и электричество являлись ядром второго и третьего технологического уклада, соответственно)
Основные отрасли технологического развития	Ключевые технологии рассматриваемого технологического уклада от нижней границы до верхней границы переднего фронта развития системы
Гуманитарное преимущество	Влияние, которое оказывает рассматриваемый технологический уклад на жизнь людей, ключевое отличие, которое позволяет отделить рассматриваемый технологический уклад от предыдущего на уровне рядового человека

## Сценарий 1: эпоха трансгуманизма

Одним из направлений современных исследований в области научного предвидения является трансгуманистические направления. В рамках трансгуманистического подхода человечество стремится объединить биологическое и электронное для достижения синергетического эффекта [14]. Соответственно, существующие микроэлектронные компоненты будут интегрироваться в биологическую среду, что создаст технологическую платформу для реализации трансгуманистических исследований. Уже сейчас разработаны отдельные технологии: искусственные органы, нейропротезы и протезы, нейрокомпьютерные интерфейсы, большое количество лекарственных средств. Тенденции развития технологий указывают, что, возможно, подобные и более совершенные технологии будут развиваться в будущем. Основными источниками по вопросам трансгуманизма выступили отечественные и зарубежные источники, в основном, современные [14-18], но также и включающие ранние исследования [19], по которым можно проследить эволюцию отношений и восприятий подхода. Следует отметить, что в рамках настоящего исследования термин «трансгуманизм» ограничен как перечень сугубо научных течений, направленных на добровольное усовершенствование человеческого тела, разработку современных методов лечения и компенсации инвалидности, а также новых способов человеко-машинной коммуникации. Прочие, более радикальные или менее научные трактовки указанного понятия, авторами опускаются.

Трансгуманистический подход, помимо очевидных преимуществ, выраженных в первую очередь в улучшении человеческого тела и мышления, имеет ряд характерных черт, которые могут быть трактованы как недостатки. В частности, предполагаемые технологии потребуют мобилизации научного потенциала человечества, выделения больших временных затрат и затрат персонала на исследования. Для этого нужны безопасные и надежные источники энергии, дающие не меньше энергии, чем сейчас, но с меньшим риском

техногенных аварий — их разработка не гарантирована, но связана зачастую с большими финансовыми затратами [20]. Некоторые авторы указывают также на сложные этические вопросы, связанные с развитием трансгуманистических технологий [18].

Собранные на основании анализа данных из публикаций [14-20] сведения о технологическом укладе в контексте трансгуманистического подхода изложены в табл. 2.

Необходимо отметить, что на тенденцию развития трансгуманистического подхода указывают не только публикации в научных журналах. Тенденции социальной жизни во втором-третьем десятилетиях XXI века также указывают на стремление человечества к трансгуманизму (для проверки этого утверждения были проверены в ходе проработки базы источников средства массовой информации и коммуникационные средства в сети Интернет): вводятся процессы чипирования, получают одобрение и финансирование разработки в области биометрических технологий, в развитых и развивающихся странах люди стремятся изменять свое тело с эстетической целью. Все это в совокупности указывает на то, что трансгуманизм как глобальный общественный конструкт может быть принят мировым сообществом, что дополнительно подтверждает предположение о вероятности развития сценария «Эпохи трансгуманизма».

## Сценарий 2: экологическая революция

При рассмотрении современных тенденций в области науки и технологий неизбежно встречаются работы на тему экологии, ресурсосбережения, улучшения и сохранения окружающей среды, возобновляемых источников энергии и прочие схожие темы [21-26]. При этом важно отметить, что экологическое направление выступает целью, а не как таковой технологией, что отличает сценарий от описанного ранее, в котором основным стимулом прогресса становилось развитие конкретного стиля человеческого мышления, а не осознанное стремление к достижению определенной цели.

Таблица 2

Формальное описание первого сценария технологического уклада

Характеристика	Описание
Название технологического уклада	Эпоха трансгуманизма
Нижняя граница переднего фронта развития системы	Эффективные и надежные источники энергии – управляемый термоядерный синтез, развитая возобновляемая энергетика и др.
Прогнозное начало	Обеспечение ресурсной базы (управляемый термоядерный синтез к 2045 г. [20], эффективные источники возобновляемой энергии) – через 10-20 лет от момента анализа. Следовательно, переход вероятно ожидается к 2050 г.
Верхняя граница переднего фронта развития системы	Самая совершенная из доступных биоэлектронная технология: интегрированные с нервной системой биопротезы, когнитивные или физиологические микрочипы инвазивного типа и т. п.
Прогнозная продолжительность	Цели трансгуманизма крайне обширны, а потому реалистичной продолжительностью видится большая, чем для последних технологических укладов. Ожидается, что эпоха трансгуманизма продлится около 50 лет (2050-2100 гг.)
Ядро	Биоэлектронные технологии
Основные отрасли технологического развития	Био- и генная инженерия, нанотехнологии, молекулярные, клеточные и ядерные технологии в приложении к человеческому телу, робототехника и т. п.
Гуманитарное преимущество	Увеличение продолжительности жизни человека, устранение факторов смертности (болезней, вредных производственных факторов – за счет биоинженерии и использования роботизированных устройств), улучшение умственных и физических способностей людей

Формальное описание второго сценария технологического уклада

Характеристика	Описание
Название технологического уклада	Экологическая революция
Нижняя граница переднего фронта развития системы	Эффективный способ добычи энергии из возобновляемых или экологически безвредных источников (эффективная солнечная, ветряная энергетика)
Прогнозное начало	Переход к эффективным источникам энергии – ожидается не ранее 2040 г.
Верхняя граница переднего фронта развития системы	Переход к принципиально новому, трудно прогнозируемому источнику энергии
Прогнозная продолжительность	За счет отсутствия явного прогресса в объемах добычи «чистой» энергии прогнозная продолжительность технологического уклада будет большей, чем у предыдущих – около 50 лет (2040-2090 гг.)
Ядро	Ресурсосберегающие технологии
Основные отрасли технологического развития	Квантовые вычисления, цифровые двойники, машинное обучение и искусственный интеллект, виртуализация, метавселенные, ботаника и биология, космонавтика
Гуманитарное преимущество	Улучшение окружающей среды, снижение риска техногенных и антропогенных аварий на различных производственных и добывающих объектах

Публикаций, посвященных вопросам экологии, значительно больше, чем по любой другой из рассмотренных в ходе обзора литературы, тем. Значительная часть касалась исследований в различных регионах с неблагоприятной экологической обстановкой, статистических обзоров экологической ситуации или других подобных локальных работ. При этом удалось выделить несколько общих обзорных статей, описывающих тенденции в экологии как в науке и в сочетании с отдельными сторонними дисциплинами (в том числе и с управлением инновациями [24]), а также указаний на конкретные технологии, напрямую связанные с технологическим развитием человечества [21, 22].

В результате сформировалось единое понимание о сценарии седьмого технологического уклада, полностью ориентированного на достижение глобальных целей в области экологии.

На основании научных, технологических, культурных и социальных трендов можно выделить общие аспекты: внимание к информационным технологиям и искусственному интеллекту, стремление к обеспечению человечества безопасной и, при оптимистичном сценарии, полностью возобновляемой энергией.

#### Альтернативный сценарий: результаты анализа с использованием нейронной сети

В современном мире, где технологический прогресс и инновации играют ключевую роль в формировании будущего, получение объективной и актуальной информации о технологических тенденциях становится важной задачей.

GPT-4 обладает способностью анализировать и обрабатывать огромные объемы информации из различных источников. Его алгоритмы позволяют выделять ключевые аспекты технологического развития и определять возможные направления будущих укладов.

Одним из главных преимуществ использования GPT-4 является его способность работать с большим количеством данных и учитывать множество источников информации. Это позволяет получить более объективную картину технологических тенденций и минимизировать возможные искажения или предвзя-

тость, которые могут быть присутствовать в отдельных источниках.

Кроме того, GPT-4 способен понимать нюансы и тонкости в тексте, что позволяет ему различать этапы и аспекты технологического уклада. Он может обобщать информацию, выделять основные тенденции и прогнозировать возможные развития, что делает его ценным инструментом для понимания седьмого технологического уклада.

Кроме того, использование GPT-4 позволяет сократить время и ресурсы, которые обычно требуются для обширного исследования и анализа данных. Модель способна обрабатывать большие объемы информации и генерировать содержательные выводы, что значительно упрощает и ускоряет процесс получения результатов исследования.

Таким образом, обращение к GPT-4 для получения данных и анализа седьмого технологического уклада является важным шагом в направлении создания объективного и всестороннего обзора текущих и будущих технологических тенденций. При помощи GPT-4 можно получить независимую оценку различных аспектов седьмого технологического уклада, включая его характеристики, прогнозное начало и продолжительность, а также возможные направления развития.

Использование GPT-4 не заменяет экспертное мнение и анализ, но дополняет их, предоставляя широкий исследовательский инструмент.

В данном разделе мы обращаемся к искусственному интеллекту, точнее к его взгляду на 7-й технологический уклад. Модель GPT-4 прошла через несколько этапов, чтобы предоставить нам более объективные показатели и осознанное понимание данного уклада. В данном разделе представлены эти этапы и результаты, полученные с помощью GPT-4, которые мы сравнили с мнением экспертов, чтобы увидеть степень их соответствия. Процесс работы с GPT-4 можно разделить на 5 этапов:

1. Обучение: первый этап состоял в настройке GPT-4 на концепцию технологических укладов, включая краткую характеристику каждого этапа. Задача была получить описание каждого из этапов, которая была бы похожа на информацию, которую использовала группа магистрантов при научном

Формальное описание альтернативного сценария технологического уклада

Характеристика	Описание
Название технологического уклада	Эра интеллектуальных машин
Нижняя граница переднего фронта развития системы	Появление искусственного интеллекта, обладающего человекоподобными когнитивными способностями (обработка естественного языка, понимание контекста, анализ и синтез информации, а также способность к решению сложных проблем и принятию решений на основе логики и обучения из опыта) и самообучением
Прогнозное начало	С учетом текущего состояния науки и техники, можно предположить, что развитие в области искусственного интеллекта и самообучающихся систем будет продолжаться и приведет к появлению новых значительных технологических прорывов в ближайшее десятилетие (начало уклада прогнозируется на 2035 г.)
Верхняя граница переднего фронта развития системы	Технология глобального интеллекта: система искусственного интеллекта, способная оперировать на глобальном уровне и взаимодействовать с различными сферами жизни и обществом в целом
Прогнозная продолжительность	В связи с быстрым темпом технологического развития и ускорением инноваций, ожидается, что интервал между технологическими укладами может сокращаться (прогнозная длительность уклада составляет 30 лет: 2035-2065 гг.)
Ядро	Технология искусственного интеллекта
Основные отрасли технологического развития	Нейронные сети и модели, моделирование когнитивных способностей, технологии самообучения, интерфейсные взаимодействия, эмуляция поведения
Гуманитарное преимущество	Улучшение качества жизни людей, более эффективное решение глобальных проблем, повышение уровня безопасности и развитие новых возможностей в образовании, искусстве и науке

предвидении. Данная процедура необходима для объективности взгляда на технологические уклады, поскольку в некоторых источниках информация может существенно различаться. Нашей задачей было обучить GPT-4 на основе тех данных, которую получали магистранты Политехнического университета.

- Уточнение: на данном этапе было проведено уточнение полученных данных. На основе полученной информации нужно было проверить, насколько GPT-4 вошел в тему работы. Если выданная им

информация сильно отличалась от информации, которой владела группа магистрантов, то задавался уточняющий вопрос и так до того момента, пока информация не стала бы похожей.

- Сырой прогноз: на третьем этапе мы получили первичную информацию о 7-м технологическом укладе на основе обучения GPT-4. Искусственный интеллект выделил 7 возможных направлений будущего технологического уклада: искусственный интеллект и автоматизация, разработка и коммерциализация новых материалов, биотехно-

Таблица 5

Вопросы теста Тьюринга

Вопрос	Варианты ответа
1. Дано два возможных названия седьмого технологического уклада. Предположите, какая из концепций предложена человеком? «Эра интеллектуальных машин»/«Экологическая революция»	1. Первая концепция («Эра интеллектуальных машин»); 2. Вторая концепция («Экологическая революция»); 3. Не знаю
2. Дано предположение о том, с чего начнется седьмой технологический уклад. Определите, кто дал это предположение: человек или машина? «Появление искусственного интеллекта, обладающего человекоподобными когнитивными способностями (обработка естественного языка, понимание контекста, анализ и синтез информации, а также способность к решению сложных проблем и принятию решений на основе логики и обучения из опыта) и самообучением»	1. Человек; 2. Нейросеть; 3. Не знаю
3. Дано два прогноза о времени начала седьмого технологического уклада. Определите, какое из предположений сгенерировано нейросетью? «С учетом текущего состояния науки и техники, можно предположить, что развитие в области искусственного интеллекта и самообучающихся систем будет продолжаться и приведет к появлению новых значительных технологических прорывов в ближайшее десятилетие (начало уклада прогнозируется на 2035 г.)»/«Обеспечение ресурсной базы (управляемый термоядерный синтез к 2045 г., эффективные источники возобновляемой энергии) — через 10-20 лет от момента анализа. Следовательно, переход вероятно ожидается к 2050 г.»	1. Первое предположение (2035 г.); 2. Второе предположение (2050 г.); 3. Не знаю
4. Дано предположение о ключевой технологии седьмого технологического уклада. Определите, кто дал это предположение: человек или машина? «Самая совершенная из доступных биоэлектронная технология: интегрированные с нервной системой биопротезы, когнитивные или физиологические микроципы инвазивного типа и т. п.»	1. Человек; 2. Нейросеть; 3. Не знаю
5. Даны два описания гуманитарного преимущества седьмого технологического уклада. Определите, какое из них сформулировано человеком? «Улучшение окружающей среды, снижение риска техногенных и антропогенных аварий на различных производственных и добывающих объектах»/«Улучшение качества жизни людей, более эффективное решение глобальных проблем, повышение уровня безопасности и развитие новых возможностей в образовании, искусстве и науке»	1. Первое описание (Улучшение окружающей среды...); 2. Второе описание (Улучшение качества жизни...); 3. Не знаю

логии и генная инженерия, квантовые технологии, устойчивое развитие и экологическая технология, виртуальная и дополненная реальность, а также глобальная связность.

4. Точный прогноз: на четвертом этапе мы определили искусственный интеллект как направление 7-го технологического уклада, основываясь на полученных результатах. GPT-4 предложил несколько вариантов названия для этого уклада: «Уклад когнитивных технологий», «Уклад интеллектуальной революции», «Уклад интеллектуальных систем», «Уклад автоматизации и искусственного интеллекта», «Уклад когнитивной экономики», «Уклад интеллектуализации производства» и «Уклад развития интеллектуальных технологий». Для этого направления — искусственного интеллекта мы получили данные о верхней и нижней границах уклада, прогнозном начале и продолжительности, ядре, а также алгоритме базового технологического развития.
5. Анализ и структурирование: на пятом этапе мы провели анализ и структурирование полученной информации, исключив менее значимые детали и выделив наиболее важные аспекты. Полученная информация оказалась достаточной для сравнения с результатами экспертов. Выделенное направление искусственного интеллекта подтверждает сходство взглядов экспертной группы и GPT-4.

В итоге в табл. 4 представлен взгляд GPT-4 на седьмой технологический уклад, полученный после нескольких этапов настройки. Результаты модели были сравнены с мнением экспертной группы, что позволило установить согласованность между ними. Подход, основанный на искусственном интеллекте, является ценным инструментом для получения объективных данных и прогнозов о будущих технологических тенденциях. Это открывает новые перспективы для принятия решений и планирования в области технологического развития.

Поскольку работа с нейронной сетью может дать спорные результаты с точки зрения научных суждений, в ходе исследования было принято решение проверить результаты путем валидации сценария. Такая валидация осуществляется с помощью простого теста Тьюринга.

Для теста Тьюринга была разработана опросная форма с двумя типами вопросов:

- первый тип: по фрагменту описания ТУ определить, написан он человеком или машиной (также наличествовал третий вариант ответа — не знаю, не вижу отличий);
- второй тип: выбрать из двух фрагментов описаний ТУ тот, который написан человеком (третий вариант ответа по-прежнему наличествовал).

Первые два варианта ответа в обоих случаях будем называть «смысловыми». Вводятся критерии успеха для теста Тьюринга: результаты выше порога простого угадывания с доверительным уровнем 10% (т. е. не менее 55% смысловых ответов неверны или не менее 60% всех ответов несмысловые). Полный перечень вопросов теста Тьюринга представлен в табл. 5.

В результате прохождения теста Тьюринга респондентами получены следующие основные результаты. В тесте Тьюринга приняли участие 116 респондентов. 32 респондента смогли верно определить кем был написан текст в 3 из 5 представленных вопросах — это самый популярный полученный результат. При этом верно определить автора текста во всех 5 случаях смогло всего 4 респондента, что близко к порогу простого угадывания. На рис. 5 представлено распределение полученных баллов.

Стоит учесть, что вариантом ответа «не знаю» респонденты пользовались редко. Максимальное число выбора данного варианта наблюдается во 2 вопросе (14 респондентов). При этом заметим, что на вопросы 1, 2 и 5 большая часть респондентов выбирали автора неверно. В 3 вопросе большее число респондентов верно определило автора. А в 4 вопросе ровно 50% смогли определить автора представленного текста. Все результаты представлены на рис. 6.

Среди всех полученных ответов (580 ответов — по 5 от каждого респондента) несмысловыми оказались 46 (менее 10%) — следовательно, критерий прохождения теста Тьюринга по несмысловым ответам не соблюден. Однако среди оставшихся 534 смысловых ответов неверными оказались 319 (59,7%) — это больше, чем 55%, а, значит, критерий прохождения теста Тьюринга по смысловым ответам соблюден. Поскольку при конструировании теста предполага-

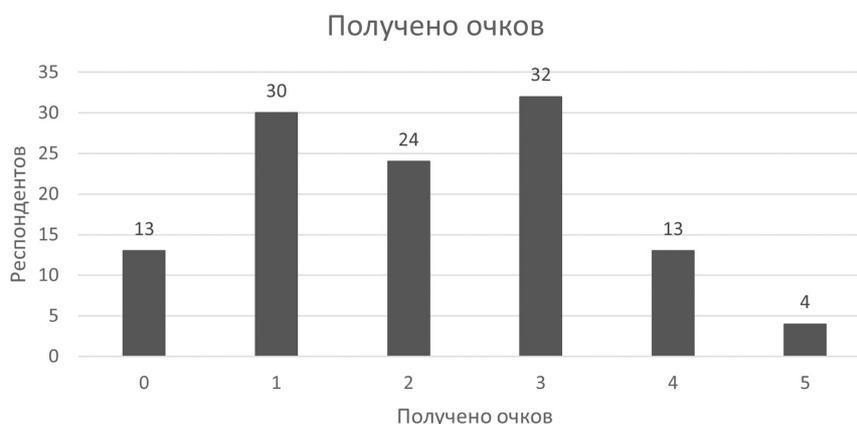


Рис. 5. Гистограмма распределения количества верных ответов в ходе прохождения теста Тьюринга

## Результаты по каждому вопросу

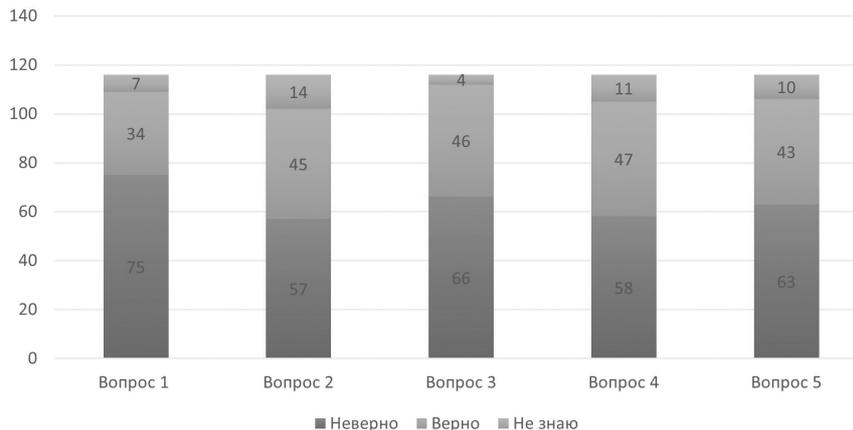


Рис. 6. Диаграмма распределения количества ответов по вопросам теста Тьюринга

лось считать тест пройденным в случае выполнения одного из критериев, тест считается пройденным — а значит, представленный нейронной сетью взгляд на седьмой технологический уклад в целом до степени смешения схож с аналитическим, подготовленным рабочей группой.

Последнее, однако, не означает, что нейронная сеть способна полностью заместить профессиональную аналитику и экспертные оценки, сделанные человеком. Тест Тьюринга, проведенный в рамках исследования, был упрощенным, возможно, достаточно ограниченным для полноценного представления о человеческом или машинном тексте, а ответы на вопросы давали респонденты, не являющиеся профессиональными футурологами, что не позволяет говорить о корректности или схожести с корректными представленными нейронной сетью тезисов.

## Обсуждение и заключение

В статье представлены различные варианты представлений о седьмом технологическом укладе, собранные на основании современных научных источников. Для агрегации и систематизации данных в том числе использовались средства генерации текста нейросетью.

Необходимо заметить, что в целом взгляды на седьмой технологический уклад в научном поле схожи. Отличаются отдельные описываемые проявления, но общие веяния, такие как упор на компьютерные и

нейросетевые технологии, остаются едиными во многих встреченных публикациях.

Проведенный в ходе исследования упрощенный тест Тьюринга показал, что представленный нейронной сетью взгляд на седьмой технологический уклад в целом до степени смешения схож с аналитическим, подготовленным рабочей группой. Однако ограничения, наложенные форматом тестирования, не позволяют экстраполировать полученные на его основании выводы на более широкий круг вопросов, в том числе и в области научного предвидения.

Дальнейшая разработка темы может посвящена уточнению траектории развития технологических укладов до дорожных карт. Кроме того, могут быть выделены и другие общие теории седьмого технологического уклада, которым также следует уделить внимание при изучении научно-технического прогресса.

На основании этого исследования можно сделать вывод о возможной перспективности исследований в областях знаний, фигурирующих в представленных сценариях седьмого технологического уклада. Следует, однако, заметить, что указанные направления развития науки и техники являются гипотетическими и не обязательно будут представлять реальный седьмой технологический уклад, и авторская группа ориентируется в своей работе на агрегацию открытых данных. Углубленное авторское футурологическое исследование может служить перспективным направлением работы, более явным образом, доказывающим состоятельность выдвинутых гипотез.

## Список использованных источников

1. Л. И. Лопатников. Экономико-математический словарь: Словарь соврем. экон. науки/Под ред. Г. Б. Клейнера; Акад. нар. хоз-ва при Правительстве РФ. 5-е изд., перераб. и доп. М.: Дело, 2003. 519 с.
2. Н. Д. Кондратьев. Большие циклы экономической конъюнктуры: Доклад//Проблемы экономической динамики. М.: Экономика, 1989. С. 172-226. 523 с.
3. В. В. Иванов, Г. Г. Малинецкий. Философские основания гуманитарно-технологической революции//Философские науки. 2019. Т. 62. № 4. С. 76-95. doi: 10.30727/0235-1188-2019-62-4-76-95.
4. А. А. Акаев. Современный финансово-экономический кризис в свете теории инновационно-технологического развития экономики и управления инновационным процессом//Системный мониторинг. Глобальное и региональное развитие. М.: УРСС, 2009. С. 141-162.
5. M. J. Spaniol, N. J. Rowland. Defining scenario//Futures Foresight Sci. 2019. 1:e1.
6. С. Ю. Глазьев. Перспективы становления в мире нового VI технологического уклада//МИР (Модернизация. Инновации. Развитие). 2010. № 2. С. 4-10.
7. А. В. Козачек. Седьмой технологический уклад: возможные глобальные экологические проблемы и соответствующие аспекты профессиональной подготовки инженера-эколога//Известия Самарского научного центра РАН. 2015. № 5-2. С. 477-489.
8. L. Cannavacciuolo, G. Ferraro, C. Ponsiglione et al. Technological innovation-enabling industry 4.0 paradigm: A systematic literature review//Technovation. 2023. Vol. 124. 102733.
9. Великая цифровая революция: вызовы и перспективы для экономики XXI века. Глазьев.ру. <https://glazev.ru/articles/6-jekonomika/54923-velikaja-tsifrovaja-revoljutsija-vyzovy-i-perspektivy-dlja-jekonomiki-i-veka>.
10. Systems Theory. ScienceDirect Topics. <https://www.sciencedirect.com/topics/psychology/systems-theory>.

11. В. Петров. Основы ТРИЗ. Теория решения изобретательских задач. Изд. 3-е, испр. и доп. М.: «Издательские решения», 2023. 1099 с.
12. E. M. Rogers. Diffusion of Innovations, 5th Edition. New York: Free Press of Glencoe, 2003. 576 p.
13. A. Linden, J. Finn. Understanding Gartner's hype cycles//Gartner Research. 2003. 12 p.
14. Д. М. Ковба, Е. Г. Грибовод. Теоретические аспекты феномена трансгуманизма: основные направления//Дискурс-Пи. 2019. № 3 (36).
15. Е. Д. Мелешко. Трансгуманизм и цифровая этика//Гуманитарные ведомости ТГПУ им. Л. Н. Толстого. 2021. № 2 (38).
16. Е. Р. Хабирова, Р. С. Аракельян, Л. А. Исаева и др. За шаг до реальности или невоплотимая идея ученых: трансгуманизм — и за, и против//МНИЖ. 2021. № 10-2 (112).
17. M. Battle-Fisher. Transhuman, posthuman and complex humanness in the 21st century//Ethics, Medicine and Public Health. 2020. Vol. 13. 100400.
18. F. Galibert. Transhumanism: From dream to nightmare//Bulletin de l'Académie Nationale de Médecine. 2020. № 9. Vol. 204. Supplement. P. e160-e163.
19. R. Benedikter, J. Giordano, K. Fitzgerald. The future of the self-image of the human being in the Age of Transhumanism, Neurotechnology and Global Transition//Futures. 2010. № 10. Vol. 42. P. 1102-1109.
20. M. Barbarino. Charting the International Roadmap to a Demonstration Fusion Power Plant. International Atomic Energy Agency. <https://www.iaea.org/newscenter/news/charting-the-international-roadmap-to-a-demonstration-fusion-power-plant>.
21. K. de Koning, J. Broekhuijsen, I. Kühn et al. Digital twins: dynamic model-data fusion for ecology//Trends in Ecology & Evolution. 2023. 12 p. (Article in press.)
22. A. P. Woolnough, L. C. L. Hollenberg, P. Cassey, T. A. A. Prowse. Quantum computing: a new paradigm for ecology//Trends in Ecology & Evolution. 2023. № 8. Vol. 38. P. 727-735.
23. S. Cui, Y. Gao, Y. Huang et al. Advances and applications of machine learning and deep learning in environmental ecology and health//Environmental Pollution. 2023. Vol. 335. 122358.
24. О. Валиева. Инновация в экологии//Теория и практика современной науки. 2021. № 7 (73). С. 46-48.
25. М. М. Мухлынина. Актуальные правовые и организационные вопросы реализации национального проекта «Экология»//Образование и право. 2023. № 5. С. 256-259.
26. Е. В. Жаров. Управление системой общественных интересов в условиях трансформации экономических отношений//Аграрное и земельное право. 2023. № 1 (217). С. 105-108.

### References

1. L. I. Lopatnikov. Economic and Mathematical Dictionary: Dictionary of Modern Economics/Edited by G. B. Kleiner; Academy of National Economy under the Government of the Russian Federation. 5th edition, revision and additions. Moscow: Delo, 2003. 519 p.
2. N. D. Kondratiev. Large Cycles of Economic Conjuncture: Report//Problems of Economic Dynamics. М.: Экономика, 1989. P. 172-226. 523 p.
3. B. V. Ivanov, G. G. Malinetsky. Philosophical foundations of the humanitarian-technological revolution//Philosophical Sciences. 2019. Vol. 62. № 4. P. 76-95. doi: 10.30727/0235-1188-2019-62-4-76-95.
4. A. A. Akaev. Modern financial and economic crisis in the light of the theory of innovation-technological development of economy and innovation process management//System monitoring. Global and regional development. Moscow: URSS, 2009. P. 141-162.
5. M. J. Spaniol, N. J. Rowland. Defining scenario//Futures Foresight Sci. 2019. 1:e1.
6. S. Yu. Glazhev. Prospects for the formation of a new VI technological mode in the world//MIR (Modernization. Innovation. Development). 2010. № 2. P. 4-10.
7. A. V. Kozachek. The seventh technological mode: possible global environmental problems and relevant aspects of professional training of environmental engineer//Izvestiya Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. 2015. № 5-2. P. 477-489.
8. L. Cannavacciuolo, G. Ferraro, C. Ponsiglione et al. Technological innovation-enabling industry 4.0 paradigm: A systematic literature review//Technovation. 2023. Vol. 124. 102733.
9. The Great Digital Revolution: Challenges and Prospects for the Economy of the XXI Century. Glazhev.ru. <https://glazhev.ru/articles/6-jekonomika/54923-velikaja-tsfirovaja-revoljutsija-vyzovy-i-perspektivy-dlja-jekonomiki-i-veka>.
10. Systems Theory. ScienceDirect Topics. <https://www.sciencedirect.com/topics/psychology/systems-theory>.
11. V. Petrov. Fundamentals of TRIZ. Theory of Inventive Problem Solving. 3rd edition, revised and supplemented. Moscow: «Publishing Solutions», 2023. 1099 p.
12. E. M. Rogers. Diffusion of Innovations, 5th Edition. New York: Free Press of Glencoe, 2003. 576 p.
13. A. Linden, J. Finn. Understanding Gartner's hype cycles//Gartner Research. 2003. 12 p.
14. D. M. Kovba, E. G. Gribovod. Theoretical aspects of the phenomenon of transhuman-ism: main directions//Discourse-Pi. 2019. № 3 (36).
15. E. D. Meleshko. Transhumanism and digital ethics//Humanitarian Vedomosti TSPU n. a. L. N. Tolstoy. 2021. № 2 (38).
16. E. R. Khabirova, R. S. Arakelyan, L. A. Isaeva et al. One Step Before Reality or the Non-Volatile Idea of Scientists: Transhumanism — both for and against//MNIJ. 2021. № 10-2 (112).
17. M. Battle-Fisher. Transhuman, posthuman and complex humanness in the 21st century//Ethics, Medicine and Public Health. 2020. Vol. 13. 100400.
18. F. Galibert. Transhumanism: From dream to nightmare//Bulletin de l'Académie Nationale de Médecine. 2020. № 9. Vol. 204. Supplement. P. e160-e163.
19. R. Benedikter, J. Giordano, K. Fitzgerald. The future of the self-image of the human being in the Age of Transhumanism, Neurotechnology and Global Transition//Futures. 2010. № 10. Vol. 42. P. 1102-1109.
20. M. Barbarino. Charting the International Roadmap to a Demonstration Fusion Power Plant. International Atomic Energy Agency. <https://www.iaea.org/newscenter/news/charting-the-international-roadmap-to-a-demonstration-fusion-power-plant>.
21. K. de Koning, J. Broekhuijsen, I. Kühn et al. Digital twins: dynamic model-data fusion for ecology//Trends in Ecology & Evolution. 2023. 12 p. (Article in press.)
22. A. P. Woolnough, L. C. L. Hollenberg, P. Cassey, T. A. A. Prowse. Quantum computing: a new paradigm for ecology//Trends in Ecology & Evolution. 2023. № 8. Vol. 38. P. 727-735.
23. S. Cui, Y. Gao, Y. Huang et al. Advances and applications of machine learning and deep learning in environmental ecology and health//Environmental Pollution. 2023. Vol. 335. 122358.
24. О. Валиева. Innovation in ecology//Theory and practice of modern science. 2021. № 7 (73). P. 46-48.
25. М. М. Мухлынина. Actual legal and organizational issues of the implementation of the national project «Ecology»//Education and Law. 2023. № 5. P. 256-259.
26. Е. В. Жаров. Management of the system of public interests in the conditions of transformation of economic relations//Agrarное i zemlennoe pravo. 2023. № 1 (217). P. 105-108.