

## Глобальные технологические и экологические вызовы для России

### Updating Global Technological and Environmental Challenges for Russia

---

С. МАРИЧЕВ

---

**Маричев Сергей Геннадьевич**, младший научный сотрудник лаборатории современных проблем региональной экономики Центрального аппарата Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук. E-mail: prophet314@gmail.com

*В статье систематизированы глобальные технологические и экологические вызовы в разрезе наибольших и наименьших возможностей реализации в России в среднесрочной перспективе. На основе анализа структуры имеющихся конкурентоспособных производительных сил установлено, что Россия наиболее успешно реализует в своей экономике в среднесрочной перспективе следующие технологии 5 и 6 технологических укладов: цифровая логистика, возобновляемое сырье, наноуглеродные и наукоемкие материалы, цифровые медиа, инфраструктура хранения и обработки больших данных, облачные вычисления, телемедицина, портативные накопители энергии.*

**Ключевые слова:** технологические вызовы, технологический уклад, цифровые технологии, интернет, регионы.

*The article systematizes global technological and environmental challenges, in terms of the largest and smallest opportunities for implementation in Russia in the medium term. Based on the analysis of the structure of existing competitive productive forces, it has been established that Russia most successfully implements in its economy in the medium term the following technologies of the 5th and 6th technological modes: digital logistics, renewable raw materials, nano-carbon and high-tech materials, digital media, storage and processing infrastructure for large data, cloud computing, telemedicine, portable energy storage.*

**Key words:** technological challenges, technological order, digital technologies, Internet, regions.

#### Основные положения

1. Систематизированы глобальные технологические и экологические вызовы в разных сферах социальной и экономической жизни.
2. Обоснована актуальность ряда вызовов для России в среднесрочной перспективе.

#### Введение

В новом десятилетии Россия столкнулась с новыми социально-экономическими вызовами. Под вызовом в данном случае понимается некая задача, решение которой необходимо в контексте достижения/сохранения конкурентоспособности страны на мировом рынке. Внешние факторы, включающие санкционную политику, а также изоляцию России от необходимых торговых и технологических рынков и поставщиков, еще острее ставят вопрос адаптации российской экономики к новой реальности. Структурные изменения в экономике теперь важны не только с точки зрения возможности достижения экономического роста, но и с позиций конкуренто- и жизнеспособности [8]. И глобальные технологические, социальные и экологические вызовы являются той «программной» средой, критериям которой должны соответствовать общественные процессы, происходящие в стране [1].

Дальнейшее развитие нефтегазового сектора, высокий приоритет которого отражен в большинстве стратегических документов, в свою очередь серьезным образом расходится с глобальными тенденциями экономического и энергетического развития [3]. Так, например, энергетическая

---

\* Статья подготовлена в рамках выполнения плана НИР УФИЦ РАН по государственному заданию Министерства науки и высшего образования РФ.

стратегия РФ–2035 подразумевает дальнейшее преобладание невозобновляемой углеводородной энергетики с незначительным участием альтернативных источников энергии [02]. При этом энергия углеводородов и развитие методов ее применения относится к 4 технологическому укладу, жизненный цикл которого практически завершен.

В свою очередь, для 5 технологического уклада, который, в целом, находится в фазе роста, основным ресурсом является ядерная и возобновляемая энергия. Основные отрасли промышленности: электроника и микроэлектроника, информационные технологии, генная инженерия, программное обеспечение. Ключевым технологическим фактором являются микроэлектронные компоненты. Основной тенденцией 5 технологического уклада в области социальных процессов является индивидуализация производства и потребления, сопровождаемая ростом сферы услуг. Глобализация, скорость общения и передвижения – ключевые тренды настоящего времени [4].

Между тем, 5 уклад – это традиционная система управления на предприятиях, направленная на выполнение основных управленческих функций (планирование, организация, мотивация и контроль) с задачей обеспечения полноценной работы сотрудников в офисе. В то же время в соответствии с развитием 6 технологического уклада происходит смена технологических трендов, смещение потребительских предпочтений, зарождается и развивается глобальный тренд на сбережение и развития человеческого компонента (в рамках политики ESG).

Основными отраслями нового 6 уклада являются нано- и биотехнологии, наноэнергетика, молекулярные, клеточные и ядерные технологии, новая медицина, инженерия живых тканей и органов, реконструктивная хирургия и медицина. Ключевыми факторами являются нанотехнологии/клеточные технологии.

Изменения в социальных процессах, особенно связанных с занятостью, происходят и под воздействием технологий 5 уклада [6]. Цифровые технологии меняют занятость в сторону дистанционного формата: активно развивается сфера фриланса, аутсорсинга, появляется возможность организации дистанционной и проектной форм занятости. Формируется новый вид коллектива – «виртуальная команда», члены которой функционируют и кооперируются в дистанционном формате [5].

С развитием вычислительных мощностей и проникновением компьютеров в подавляющую часть социально-экономических процессов в процессе 5 технологического уклада, главный тренд сегодня – цифровизация всех процессов и сфер жизни.

### **Методы**

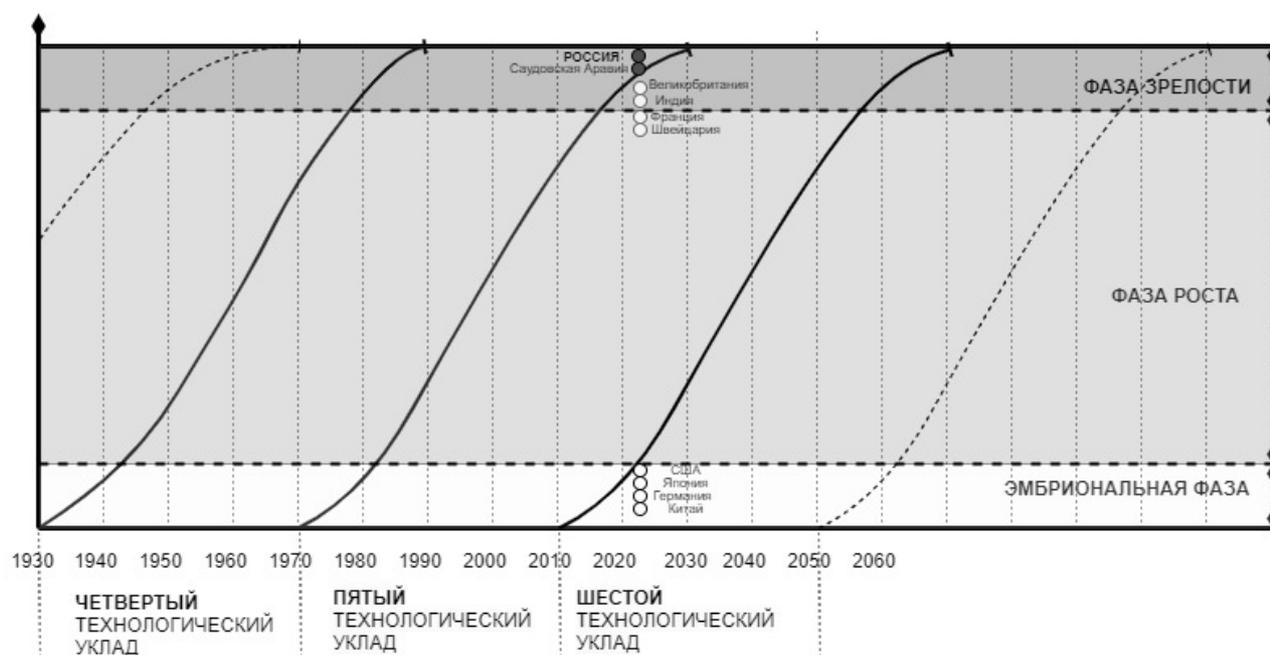
Теоретическую базу исследования составил обзор глобальных технологических и экологических вызовов, а также технологических укладов, а также исследования, посвященные анализу производительных сил в России.

Эмпирическая база исследования строится на анализе кейсов актуальных технологий России и стран мира.

### **Результаты**

В развитых странах мира в структуре производительных сил преобладают отрасли и технологии 5 уклада с наращиванием доли технологий 5 уклада. Так, в США доля технологий 5 уклада составляет более 60 %, а доля производительных сил 5 уклада по данным 2020 года – 5 % (то есть можно предположить, что на данный момент этот показатель составляет порядка 8–10 %). В России же более 50 % технологий – это 4 технологический уклад, и лишь 10–12 % – 5 уклад (см. рисунок).

При этом, однако, нельзя однозначно говорить о полном отставании и неконкурентоспособности российской экономики. Есть сферы экономики с преобладанием актуальных технологий, где Россия является лидером: например, банковский сектор и связанный с ним финтех.



*Преобладающие технологии в развитии производительных сил*

Это говорит о том, что технологические вызовы и необходимость наращивания инноваций являются не только препятствиями, но и драйверами развития. С этой точки зрения актуальным вопросом является анализ глобальных социально-экономических вызовов и концентрация на тех, которые наиболее актуальны для России с точки зрения возможности достижения экономического роста.

Безусловно, в условиях формирующегося 6 технологического уклада неизбежно возникают проблемы (в том числе и фундаментальные), которые необходимо решать. Ниже (табл. 1) систематизированы задачи и вызовы (5 и 6 технологических укладов), актуальные с точки зрения глобального социально-экономического развития с указанием актуальности/возможности их преодоления для России.

*Таблица 1*

**Систематизация глобальных технологических вызовов**

Технология	Уклад	Возможность для РФ
<b>Медицина и здравоохранение</b>		
Индивидуальный подход к нейрофизиологии человека (микроустройства для неинвазивной стимуляции мозга и коррекции психики)	6	Низкая
Импламентируемые медицинские устройства (аптамеры РНК, микрочипы под кожу и карманные биосенсоры)	6	Низкая
Ассистивные медицинские технологии (инновационные биомехатронные протезы и ортезы)	6	Средняя
Технологии генетической инженерии для создания высокоспецифичных лекарств и инструментов молекулярной диагностики (мишень-ориентированные препараты, ДНК-вакцины)	6	Низкая
Диагностика и терапия на клеточном уровне (диагностические тесты, основанные на технологиях визуализации в режиме реального времени, использовании биосенсоров и датчиков физических параметров организма человека)	6	Средняя
<b>Транспортные средства и системы</b>		
Цифровая логистика (Интернет вещей)	5-6	Высокая
Новые технологии авиаперевозок (автономное управление)	5-6	Низкая
Альтернативные силовые установки для транспортных средств (новые двигатели, например, с водородными элементами)	6	Низкая

Продолжение таблицы 1

Новые технологии авиастроения (самолеты на солнечных батареях и т.п.)	5-6	Низкая
Серийное ракетно-космическое производство (многообразные ракеты-носители, их массовый выпуск)	5-6	Низкая
«Умная» инфраструктура для (вне)городских магистралей («умные» дороги)	5-6	Низкая
<b>Биотехнологии</b>		
Рост качества еды (поликомпонентные пробиотики)	6	Средняя
Круговорот возобновляемого сырья (биодизель из микроводорослей, биоразлагаемая полимерная упаковка, электроэнергия из органических отходов)	5-6	Высокая
Ферменты в медицине (в молекулярной диагностике и генной инженерии)	6	Средняя
<b>Новые материалы и нанотехнологии</b>		
Нанокремниевые материалы (нанокремниевые компоненты практически любого оборудования)	6	Высокая
Наукоемкие материалы для новой электроники и энергетики (мемристоры, графеновые компоненты)	6	Высокая
<b>Информационно-коммуникационные технологии</b>		
Цифровые медиа: новые модели создания и потребления (автоматическое создание контента)	5	Высокая
Инфраструктура обработки и хранения больших данных (серверы хранения и обработки данных)	5	Высокая
Облачные вычисления (развитие нейросетей и вычислительных алгоритмов)	5	Высокая
Защита данных в интеллектуальных системах (гомоморфное шифрование)	5	Высокая
«Роевой интеллект» технических систем (децентрализованное управление процессами)	5-6	Низкая
Развитие телемедицины (дистанционное обслуживание пациентов)	5	Высокая
<b>Рациональное природопользование</b>		
Новые агролесоводственные технологии для сельского хозяйства (умное с/х)	5-6	Средняя
<b>Энергоэффективность и энергосбережение</b>		
Новые технологические решения для «умного» дома (портативные накопители энергии)	5	Высокая
Ядерные источники энергии для космоса (новые виды топлива)	6	Низкая
Технология термоядерного синтеза (термоядерный реактор)	5-6	Низкая

Примечание: актуальность для РФ указана с учетом возможности развития и использования технологии в кратко- и среднесрочной перспективе.

Особенность перечисленных технологических вызовов заключается не только в их капитал- и интеллектуалоемкости (что вполне естественно), но и в зависимости развития технологий 6 уклада от технологий 5 уклада. Основой 6 уклада являются компьютерные технологии, программное и аппаратное обеспечение. Таким образом, для России теоретически есть два варианта создания и развития производительных сил 6 уклада: импорт технологий или их органическое развитие на имеющейся собственной базе. В силу интеллектуалоемкости технологий, их импорт вряд ли возможен. Поэтому наиболее целесообразно планомерно развивать отрасли и технологии 5 уклада (который, к тому же, будет актуален долгие годы) и постепенный переход к технологиям 6 уклада в средне/долгосрочной перспективе [7].

Таким образом, текущие глобальные технологические вызовы в России по большей части связаны с развитием ИКТ-сектором и происходящими в нем структурными изменениями.

## Обсуждение

Ниже приведены технологические вызовы 5 технологического уклада, актуальные в глобальном контексте, а также непосредственно для России.

### **1. Проблема эффективности в условиях развития робототехники и искусственного интеллекта**

Как и многие возможности в технологическом секторе, автоматизация и робототехника — это палка о двух концах. С одной стороны, решения по автоматизации и роботизированной автоматизации процессов становятся все более ценными, поскольку компаниям необходимо работать быстрее и эффективнее. С другой стороны, внедрение робототехники вызывает вопросы с актуальностью и эффективностью человека в эту цифровую эпоху.

Внедрение искусственного интеллекта в производственные процессы делает неактуальными многие специальности, где используется живой труд (наглядный пример – чат-боты или боты-секретари, обрабатывающие входящие/исходящие заявки клиентов).

Кроме того, в момент, когда многие компании перешли на дистанционный формат работы, обнаружилась нехватка эффективного способа измерения производительности сотрудников. Не имея возможности физически видеть сотрудника на рабочем месте, работодатели нуждаются в технологии, которая поможет им отслеживать эффективность сотрудников.

Все перечисленные проблемы обуславливают необходимость комплексной стратегии для обеспечения баланса между людьми и робототехникой, которая бы позволила достичь устойчивого развития без потерь в эффективности.

### **2. Проблема глобальных цепочек поставок полупроводников**

В пандемический период особо остро встал вопрос глобализации производственных и логистических цепочек. Производители и технологические компании по всему миру сталкиваются с постоянной проблемой поиска необходимых деталей и расходных материалов. Одной из самых серьезных проблем является нехватка полупроводников для микросхем и микропроцессоров и, как следствие, задержки производства во многих технологических отраслях.

Еще в начале 2020 г. производители чипов и компонентов микроэлектроники отреагировали на относительное снижение спроса (в частности, произошло падение спроса на автомобили и увеличение спроса на бытовую электронику) и переориентировали свои производственные мощности. Однако затем спрос на автомобильные микросхемы вновь вырос, и производители полупроводников не смогли удовлетворить новый спрос (еще и в силу геополитических проблем между США и Китаем).

Очевидным решением проблемы глобальных цепочек поставок является экстенсивное развитие – наращивание производственных мощностей, строительство новых заводов крупнейшими корпорациями с учетом возможных новых конъюнктурных изменений в геополитике (2022 год показал, что это особенно актуально) и с расчетом на максимальную стабильность поставок.

### **3. Проблема кибербезопасности**

Технологии являются важнейшим компонентом в повышении безопасности компаний. Однако по мере развития инструментов для защиты и поддержки бизнеса также совершенствуются и методы взлома и похищения данных. Частота и масштабы кибератак постоянно растут, и по мере того, как все больше предприятий цифровизируются (в первую очередь оцифровываются персональные данные клиентов), проблема защиты информации становится всё более актуальной.

Вступая в цифровую эру, компании и их клиенты должны быть уверены, что у них есть эффективные инструменты для защиты от фишинга данных и вредоносных атак, а также способы противодействия любым другим видам киберпреступлений. Любая организация, хранящая конфиденциальные цифровые данные (а это подавляющее число предприятий), должна инвестировать в цифровые решения для кибербезопасности.

Проблема кибербезопасности всегда актуальна, поскольку новые технологии, особенно в области вычислений, могут использоваться как во благо, так и во вред. Реальным вызовом

5 технологического уклада является разработка цифровых механизмов, максимизирующих безопасность и конфиденциальность данных. Одним из первых шагов в решении этой проблемы является технология блокчейна. Актуальной задачей является распространение этой технологии и её внедрение в рутинные процессы.

#### **4. Нехватка квалифицированных кадров в условиях всплеска технологий**

Цифровая трансформация, явно проявившаяся во время пандемии [9], еще больше ускорила темпы разработки и внедрения технологических инноваций.

Такие технологии, как облачные вычисления, квантовые вычисления, машинное обучение, мета-вселенная, web3 на основе блокчейна, невзаимозаменяемые токены (NFT), робототехника, Интернет вещей (IoT), 5G и другие инновационные направления, развиваются крайне быстро, и требуют наличия соответствующих компетентных специалистов, которых остро не хватает. Столкнувшись с нехваткой квалифицированных кадров, компании внедряют внутренние программы обучения, такие как учебные лагеря (буткемпы) для программистов и обучающие «университеты», направленные на интенсивное обучение в сжатые сроки. Это позволяет нанимать и обучать потенциальных работников, готовых к освоению новых компетенций.

Ключевой проблемой, требующей решений, между тем, является высокий порог входа во многие специфические отрасли. К примеру, создание и обслуживание облачных баз данных, работа с большими данными, блокчейном, инжиниринг сетей – всё это специальности, которые требуют достаточно высокой подготовки и квалификации, которую невозможно приобрести во время интенсивного 2-3-месячного курса.

#### **5. Спрос на более устойчивые технологии**

Устойчивое развитие быстро превращается из модного тренда в необходимость [10]. Соответственно, растет ответственность бизнеса и органов государственного управления перед клиентами и потребителями. В этом отношении внедряемые технологии должны удовлетворять ряду требований и условий, помимо очевидной безопасности и надежности.

В соответствии с политикой ESG, используемые технологии должны быть устойчивыми, прозрачными с точки зрения механизма работы (сбора и обработки данных), безусловно, инклюзивными и экологичными. Проблема заключается в том, что в настоящее время технологии развиваются лавинообразно, при этом преследуются совершенно разные цели и ориентиры, в числе которых гуманизация находится далеко не на первых местах. Таким образом, морально-этическая сторона использования тех или иных технологий является актуальным вызовом и серьезной проблемой, которую предстоит каким-то образом решать.

#### **6. Повышение пропускной способности компьютерных сетей**

В связи с цифровизацией рабочих процессов, символом которой стал дистанционный формат работы в период пандемии, встал вопрос повышения скорости и пропускной способности сетей. И если локально эта проблема вполне решаема, то глобально повышение нагрузки на цифровую инфраструктуру является серьезной проблемой. Развитие облачных технологий, оцифровка и обработка больших данных требует значительных вычислительных и пропускных мощностей, которых сейчас объективно не хватает. При этом можно предположить, что в дальнейшем ситуация будет только ухудшаться по мере того, как цифровизация будет набирать свои обороты в плане интенсификации и глубины обработки данных.

#### **7. Дипфейк-контент**

Все больше и больше людей используют и генерируют дипфейк-контент, то есть контент, использующий реальность и цифровые технологии. С текущим уровнем развития графических технологий удастся создавать лица людей, неотличимые от реальности. Использование такого контента создает серьезные морально-этические и правовые риски. Дипфейковый контент до сих пор не регламентируется и, хотя пока что он используется в основном в развлекательных целях, оцифровка и использование образа человека без его разрешения является де-факто противоправным.

Между тем, эта технология представляется нужной, поскольку позволяет, например, омолодить актера в кадре или даже «воскресить» умершего артиста и поэтому эта технология

получает все большее распространение в медиасфере. Таким образом, разработка законодательной базы, которая бы позволила эффективно регулировать создание и использование дипфейк-контента, исключая его использование для фальсификаций или в преступных целях, является актуальной задачей.

#### **8. Децентрализация инноваций**

С точки зрения пространственного и регионального управления, актуальной проблемой является сверхконцентрация технологий. Инновационные центры притягивают разработчиков, стартапы, инвестиции, повышая стоимость жизни для местного населения и вызывая определенную деградацию других экономических отраслей. Излишняя концентрация технологий может вредить самому инновационному центру (в силу повышения стоимости жизни на этой территории и снижения конкурентоспособности других отраслей), и она совершенно точно вредит другим территориям, откуда происходит отток рабочей силы, инвестиций и технологий.

Таким образом, необходимо решить проблему пространственного размещения инновационных центров. Только такой подход может способствовать относительно равномерному развитию территорий. Более того, в эпоху цифровизации это как никогда актуально и реально, поскольку в условиях дистанционной работы решается проблема оттока специалистов, а низкий порог входа в сферу коммерциализации программных продуктов (в силу развития цифровых маркетплейсов) снижает риски оттока технологий.

#### **9. Развитие Интернета вещей**

Интернет вещей – это актуальный технологический тренд, описывающий комплекс технологий, объединяющих повседневные вещи, подключенные к Интернету и способные взаимодействовать с другими устройствами. Большой поток информации означает, что компания, разрабатывающая устройство, может анализировать большие тенденции в данных, чтобы лучше улучшать функции устройства и облегчить жизнь пользователя.

Однако, чтобы технология полностью реализовала свой потенциал, все устройства должны иметь возможность взаимодействовать друг с другом, независимо от компании или бренда, которым они принадлежат. Кроме того, необходимо, чтобы защита информации, которую устройства собирают о своих пользователях, была максимальной. Есть и другие проблемы, которые нужно решить. Например, из-за разнообразия и масштаба «умных» устройств, их интеграция в системы безопасности сложна или невозможна. Кроме того, прошивки, разработанные для «умных» устройств, часто содержат программное обеспечение с открытым исходным кодом, которое подвержено ошибкам и уязвимостям.

Несмотря на имеющиеся вопросы, Интернет вещей – это технология будущего, доступная сегодня. Ключевой задачей является органичное её внедрение во все рутинные процессы и разработка универсального алгоритма защиты.

#### **10. Распространение телемедицины**

С развитием информационных технологий и тренда на удаленную работу получило развитие направление телемедицины – дистанционное диагностирование и лечение заболеваний. С одной стороны, телемедицина — это эффективный инструмент связи между поставщиками медицинских услуг и пациентами, который предотвращает риск контакта с инфицированными людьми. С другой – такой подход к лечению имеет ряд ограничений, связанных с текущим уровнем развития технологий. Так, дистанционное диагностирование требует высокого качества связи и пропускной способности сети, хорошего аппаратного оснащения. Эти требования сразу же затрудняют применение телемедицины в сельской местности и на удаленных/труднодоступных территориях, где дистанционная диагностика как раз наиболее актуальна. Кроме того, необходимо обучать медицинский персонал вести дистанционный прием, а также транслировать и доносить до пациентов мысль об актуальности и эффективности телемедицины. Таким образом, на данный момент существуют институциональные и технологические барьеры, которые предстоит устранить.

Как уже было отмечено ранее, список актуальных технологических вызовов очень широк. Перечисленные проблемы относятся к сфере цифровых/информационных технологий и поиск путей их решения – это задача, актуальная буквально прямо сейчас.

Помимо технологических вызовов, с развитием технологий возникает проблема гуманистического и экологического характера. В рамках концепции ESG охрана окружающей среды как ключевого фактора, влияющего на жизнь и здоровье человека, его функционирование в рамках общества, является крайне важной задачей. Проблема относительной невозможности экологизации производства без значительных капиталовложений зачастую отодвигает проблему экологии в развивающихся странах на второй план, поскольку главное – достичь экономического роста, который пока что плохо коррелирует с принципами гуманизации и экологизации. К сожалению, к числу стран, которые низко котируют необходимость разработки и реализации действительно эффективной экологической стратегии, относится и Россия. Между тем, уже в краткосрочной перспективе необходим ряд мер по ответу на актуальные экологические вызовы [11; 12]:

**1. Глобальное потепление и необратимые изменения климата.** Глобальное потепление из-за выбросов CO<sub>2</sub>, которые, по данным ООН, увеличились почти на 50 % с 1990 года, ускоряет изменение климата и угрожает нормальной жизни миллионов людей, растениям и животным, вызывая катаклизмы в виде засухи, пожаров и наводнений, которые происходят всё чаще и оставляют все более разрушительные последствия. Одним из недавних шагов к решению проблемы выбросов стал Парижский договор и введение квот на выбросы. Между тем необходимы новые, более эффективные меры.

**2. Проблема загрязнения воздуха и ее влияние на здоровье.** По оценкам Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), 90 % человечества дышит загрязненным воздухом. Загрязнение воздуха ведет к росту уровня респираторных заболеваний, которые в настоящее время являются причиной смерти 7 млн человек в год. Из-за различных загрязнений воды в мире умирают более 5 млн человек в год.

**3. Очищение океанов.** В настоящее время океаны превратились в гигантские свалки пластиковых отходов. Более того, существуют и другие серьезные экологические проблемы, связанные с океанами – ущерб морской экосистеме из-за глобального потепления, сброса загрязняющих веществ, сточных вод и разливов топлива. Необходимо повысить ответственность стран за управление охраняемыми территориями, предоставить им достаточные ресурсы, а также сократить вылов рыбы, загрязнение и закисление океана.

**4. Переход к использованию альтернативных источников энергии.** На выработку энергии приходится 60 % глобальных выбросов парниковых газов (по данным ООН), однако 13 % населения мира не имеет доступа к электричеству, а 3 млрд человек используют ископаемое топливо для приготовления пищи. Эта ситуация требует энергетического перехода к более чистой, доступной и эффективной модели выработки потребления энергии, основанной на использовании возобновляемых ее источников. Под энергопереходом понимаются структурные изменения в энергетической системе, в ходе которых увеличивается доля новых первичных источников энергии (например, солнечная, ветровая или термоядерная энергия) и происходит постепенное вытеснение старых источников в общем объеме энергопотребления.

**5. Устойчивая продовольственная модель.** Интенсивное производство продуктов питания наносит вред окружающей среде, истощая почву и разрушая лесные и морские экосистемы. Более того, чрезмерная эксплуатация природных ресурсов ставит под угрозу безопасность пищевых продуктов и доступность питьевой воды. Необходимо менять модель производства продуктов питания, а также пищевые привычки путем перехода на растительную диету или потребления заменителей продуктов животного происхождения.

**6. Защита и сохранение биоразнообразия.** Биоразнообразие является ключевым показателем здоровья экосистемы. Большое разнообразие видов лучше справится с угрозами, чем их ограниченное количество в больших популяциях. Даже если некоторые виды страдают от загрязнения, изменения климата или деятельности человека, экосистема в целом может

адаптироваться и выжить. Но вымирание вида может иметь непредвиденные последствия, иногда приводящие к разрушению целых экосистем.

Борьба с кризисом биоразнообразия требует сотрудничества на всех уровнях общества, от межправительственных соглашений до действий местных сообществ.

**7. Дефицит пресной воды.** Нехватка пресной воды, жизненно важной для выживания людей, животных и растений, затрагивает более 40 % населения мира, а по данным Всемирного экономического форума, на сельское хозяйство приходится более 70 % потребляемой воды. Ответственное использование водных ресурсов необходимо для улучшения производства продуктов питания и энергии, а также защиты биоразнообразия.

Нужно понимать, что, поскольку энергетическая стратегия России подразумевает дальнейшее развитие отраслей, связанных с добычей ископаемого топлива, актуальность экологических вызовов для России отличается от общемировой повестки (табл. 2).

Таблица 2

**Систематизация экологических вызовов для России**

Экологический вызов	Актуальность для России
Глобальное потепление	Высокая
Загрязнение воздуха	Очень высокая
Очищение океанов	Средняя
Энергетический переход	Очень высокая
Устойчивая продовольственная модель	Средняя
Защита биоразнообразия	Средняя
Дефицит пресной воды	Низкая

**Заключение**

Обзор экологических и, в особенности, технологических вызовов позволяет сформулировать определенные положения и предположения в отношении приоритетов в и возможностей России по их решению.

Необходимо пересмотреть энергетическую стратегию РФ как в контексте бесперспективности развития углеводородных источников энергии и соответствующих отраслей 4 технологического уклада, завершающего свой жизненный цикл; так и в контексте экологической повестки и перехода к использованию альтернативных источников энергии, которые, кроме своей экологичности, являются технологоемкими и стимулируют развитие производительных сил 5 и 6 технологических укладов.

Кроме того, передовые технологии повышают конкурентоспособность страны на мировых рынках и её экономическую устойчивость в условиях изменений политической/экономической конъюнктуры (что особенно актуально сейчас). С этой точки зрения альтернативная энергетика является предпочтительным направлением и вызовы, связанные с её развитием, не являются нерешаемыми в контексте уже имеющихся технологий. Более того, альтернативная энергетика – долгосрочный фундаментальный тренд, в определённой степени выходящий за скобки технологических укладов.

Особенность каждого последующего технологического уклада (в частности, 6) заключается в преемственности технологий, по крайней мере на стадии развития. Поэтому ключевые отрасли 6 уклада, такие как нано- и биотехнологии, молекулярная и нанофотоника, аддитивные технологии и т.д., зависят и базируются на информационных технологиях и соответствующем программном и аппаратном обеспечении. С этой точки зрения абсолютно неправильно рассуждать о возможности «прыжка», «рывка» или «опережающего развития» сразу в 6 технологический уклад, тем более что это объективно невозможно. Необходимо планомерное и поэтапное развитие в рамках существующих возможностей и тех технологических вызовов, которые могут быть решены в кратко/среднесрочной перспективе.

В то же время важно помнить, что разработка новой стратегии социально-экономической стратегии, подразумевающая развитие технологий 5 технологического уклада и энергопереход,

должна быть органично встроена в общественные институты для достижения поставленных целей. В этом смысле переход к новой технологической парадигме должен начинаться с развития или реформирования соответствующих институтов.

### Литература

1. Гохберг Л.М. Технологические вызовы и инновации: потребность в доказательной политике // XVII Апрельская междунар. науч. конф. по проблемам развития экономики и общества: сб. тр. М.: Высшая школа экономики, 2016. С. 232–238.
2. Зилькарнай И.У. Республике Башкортостан необходима новая стратегия экономического развития в свете энергетического перехода // Экономика и управление: научно-практический журнал. 2021. № 6. С. 4–17.
3. Институты эффективного трансфера инноваций в экономику: монография / Зилькарнай И.У., Биглова Г.Ф., Семенов С.Н. и др.; под ред. И.У. Зилькарнай. Уфа: «Принт+», 2021. 165 с.
4. Малыхина И.О. Анализ воздействия глобальных технологических вызовов на развитие отечественной экономики // Вестник Саратовского государственного социально-экономического университета. 2019. № 5. С. 62–66.
5. Мониторинг глобальных технологических трендов [Электронный ресурс]. URL: <https://issek.hse.ru/trendletter/>
6. Наука. Технологии. Инновации: 2019: крат. стат. сб. / Н.В. Городникова, Л.М. Гохберг, К.А. Дитковский и др.; Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». М.: НИУ ВШЭ, 2019 [Электронный ресурс]. URL: <https://www.hse.ru/data/2018/12/11/1144786145/niio2019.pdf>
7. Нефтехимическая зависимость Республики Башкортостан: Pro et contra диверсификации экономики / Ахунов Р.Р., Зилькарнай И.У., Янгиров А.В. и др.; под ред. Р.Р. Ахунова, И.У. Зилькарнай. Уфа: «Принт+», 2021. 165 с.
8. Технологический уклад и цифровизация: первые шаги [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL: [https://globalcio.ru/sectoral\\_workshops/6182/](https://globalcio.ru/sectoral_workshops/6182/)
9. Alekseieva K., Novikova I., Bediukh O., Kostyuk O., Stepanova A. Technological orders' change caused by the pandemics: Digitalization in the internationalization of technology transfer // Problems and Perspectives in Management. 2021. Vol. 19. Pp. 261–275.
10. Arenas J. (2018) Writing the future: the technological paradigm shift and the new economy [Electronic resource]. URL: <https://www.caixabankresearch.com/en/economics-markets/labour-market-demographics/writing-future-technological-paradigm-shift-and-new/>
11. Environmental challenges in Europe and in the rest of the world are intertwined [Electronic resource]. URL: <https://www.eea.europa.eu/soer/2010/synthesis/synthesis/chapter7.xhtml>
12. International environmental problems and global search for solutions [Electronic resource]. URL: [https://web.ccsu.edu/faculty/kyem/GEOG433/International\\_Problems/INTERNATIONAL\\_ENVIRONMENTAL\\_PROBLEMS.htm](https://web.ccsu.edu/faculty/kyem/GEOG433/International_Problems/INTERNATIONAL_ENVIRONMENTAL_PROBLEMS.htm)