

## ИННОВАЦИИ И ПРОБЛЕМЫ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ СЕВЕРА И АРКТИКИ

Научная статья

УДК 913 (4/9)

doi:10.37614/2220-802X.4.2022.78.001

### ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ УКЛАДЫ, ИННОВАЦИИ И ХОЗЯЙСТВЕННОЕ ОСВОЕНИЕ РОССИЙСКОЙ АРКТИКИ

**Александр Николаевич Пилясов<sup>1, 2</sup>, Вячеслав Александрович Цукерман<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, Москва, Россия, pelyasov@mail.ru, ORCID 0000-0003-2249-9351

<sup>2, 3</sup>Институт экономических проблем имени Г. П. Лузина Кольского научного центра Российской академии наук, Апатиты, Россия

<sup>3</sup>tsukerman@iep.kolasc.net.ru, ORCID 0000-0002-0844-1180

**Аннотация.** В статье впервые адаптирована теория технологических укладов С. Глазьева и технико-экономических парадигм К. Перес для высокоспецифичных условий хозяйственного освоения российской (здесь и далее в номере авторское написание — *Ред.*) Арктики. На материалах различных ресурсных проектов обобщены характерные особенности нового технологического уклада (пятого «Кондратьева»), которые описываются триадой «платформа — вахта — морская логистика». Они воплощают философию новой хозяйственной эпохи, которая опирается на водные / воздушные среды, космическую автономность, мобильность и гибкость технологических решений. Проведено сравнение базовых характеристик современного и предшествующих (третьего и четвертого) технологических укладов в Арктике. Рассмотрен механизм возникновения ресурсного кризиса в старопромышленных арктических районах, который обычно предваряет становление нового технологического уклада. Изучен феномен арктического инновационного цикла — разрыва во времени между геологическим открытием месторождений в фазе депрессии предыдущего «Кондратьева» и коммерческим освоением в период формирования нового технологического уклада. Проект «Ямал-СПГ» определен авторами как флагманский для нового технологического уклада, который устанавливает стандарты передовой практики для всей Арктики и демонстрирует недостижимый ранее уровень производительности труда. Ключевой конфликт современной российской Арктики рассмотрен как конкуренция недропользователей, находящихся в разных «укладных» реальностях, за доступ к ограниченным природным ресурсам: например, к сжиженному природному газу (СПГ) против трубного, рудному золоту против россыпного, конденсатным месторождениям нефти против гомогенных и др. Основная поддержка государства в Арктике должна оказываться добычным производствам пятого и шестого укладов, которые имеют колоссальный потенциал роста, но сталкиваются с ограничениями ресурсной базы ввиду конкуренции с другими (более технологически архаичными) недропользователями.

**Ключевые слова:** новый технологический уклад, хозяйственное освоение Арктики, ресурсный цикл, ресурсные кризисы, инновационный цикл «геологическое открытие — коммерческое освоение», сосуществование ресурсных гринфилд- и браунфилд-проектов

**Благодарности:** статья подготовлена в рамках темы государственного задания Института экономических проблем имени Г. П. Лузина Кольского научного центра Российской академии наук № FMEZ-2022-0034 «Формирование новой экономической парадигмы инновационного развития промышленности Арктической зоны Российской Федерации».

**Для цитирования:** Пилясов А. Н., Цукерман В. А. Технологические уклады, инновации и хозяйственное освоение российской Арктики // Север и рынок: формирование экономического порядка. 2022. № 4. С. 7–22. doi:10.37614/2220-802X.4.2022.78.001

## INNOVATIONS AND PROBLEMS OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF THE NORTH AND THE ARCTIC

Original article

### TECHNOLOGICAL MODES, INNOVATIONS AND ECONOMIC DEVELOPMENT OF THE RUSSIAN ARCTIC

**Alexander N. Pilyasov<sup>1, 2</sup>, Vyacheslav A. Tsukerman<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia, pelyasov@mail.ru, ORCID 0000-0003-2249-9351

<sup>2, 3</sup>Luzin Institute for Economic Studies of the Kola Science Centre of the Russian Academy of Sciences, Apatity, Russia

<sup>3</sup>tsukerman@iep.kolasc.net.ru, ORCID 0000-0002-0844-1180

**Abstract.** The article for the first time made an attempt to adapt the theory of technological modes of S. Glazhev and technical and economic paradigms of K. Perez for highly specific conditions of the economic development of the resources of the Russian Arctic (on the basis of its technological dynamics in the industrial and modern era). Based on dozens resource projects that have been deployed in the Russian Arctic in recent decades, the characteristic features of the new technological order (the fifth Kondratiev), which are described by the triad “platform — shift — marine logistics”, are summarized. These features embody the philosophy of the emerging new economic era in the Russian Arctic, which is based on water / air environments, space autonomy, mobility and flexibility of technological solutions. A comparison of the basic characteristics of the modern

## ИННОВАЦИИ И ПРОБЛЕМЫ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ СЕВЕРА И АРКТИКИ

and the previous (the third and the fourth) technological modes in the Soviet / Russian Arctic was carried out. The mechanism of the resource crisis emergence in the old industrial regions of the Arctic, which usually precedes the formation of a new technological order, is described. The Arctic innovation cycle phenomenon is described as a gap in time between the geological discovery in the depression phase of the previous Kondratiev and commercial development at the stage of the formation of a new technological order. The Yamal LNG project has been identified as a flagship for a new technological paradigm that sets standards of the best practice for the rest of the Arctic and demonstrates a new, previously unattainable level of labor productivity. The key conflict of the modern Russian Arctic is characterized as a contradiction of interests of subsoil users located in different “structural” realities, for access to limited natural resources (licensed areas of gas, oil and coal fields): LNG against pipeline gas, ore gold against placer gold, condensate oil fields against homogeneous fields, etc. The main state support in the Arctic should be provided to mining industries of the fifth and sixth Kondratievs, which have enormous growth potential, but face limitations in the resource base due to competition with other (more technologically archaic) subsoil users.

**Keywords:** new technological order, economic development of the Arctic, resource cycle, resource crises, innovation cycle “geological discovery — commercial development”, coexistence of greenfield and brownfield resource projects

**Acknowledgments:** the article is based on the results of the state assignment on the topic of the research of the Luzin Institute for Economic Studies of the Kola Science Centre of the Russian Academy of Science work No. FMEZ-2022-0034 “Formation of a new economic paradigm of innovative industrial development in the Arctic zone of the Russian Federation”.

**For citation:** Pilyasov A. N., Tsukerman V. A. Technological modes, innovations and economic development of the Russian Arctic. Sever i rynek: formirovanie ekonomicheskogo poryadka [The North and the Market: Forming the Economic Order], 2022, no. 4, pp. 7–12. doi:10.37614/2220-802X.4.2022.78.001

**Введение**

В результате работы многих научных школ экономикогеографами и региональными экономистами [1–7] в советское время была создана теория хозяйственного освоения Севера и Арктики, выработан методический и понятийный аппарат, определяющий каркас основных приемов, методов, понятий изучения этого процесса. Однако эта теория в явном виде не учитывала технологического развития промышленности, потому что в основном была приурочена к этапу индустриального освоения Севера и Арктики СССР, в то время закрытого от внешнего мира.

В последние три десятилетия был осуществлен подлинный прорыв и создана теория технологических укладов [8] / меняющихся технико-экономических парадигм [9–10], которая является развитием ранее разработанной концепции длинных волн Н. Кондратьева [11]. Это позволило расширить его концепцию радикальных технологических изменений на базе ресурса массового применения. Однако в этих разработках нашли отражение только передовые страны развитой обрабатывающей промышленности, по которым осуществляется диагностика нового технологического уклада. Районы климатически дискомфортной ресурсной периферии с доминирующей добывающей промышленностью находятся в тени интереса «укладной» теории. И этот недостаток теории особенно негативен для России, экономическое и социальное благополучие которой как раз и формируют ресурсные, климатически дискомфортные северные / арктические территории.

Таким образом, существует теория хозяйственного освоения Севера и Арктики без технологических укладов и существует теория технико-экономической динамики на базе длинных волн без «расщепления» на конкретные страны, особые географические зоны, например, Севера

и Арктики. Возникает вопрос их интеграции, который для России является особенно важным.

Однако, помимо теоретической значимости, есть еще и практический интерес в таких исследованиях. Хорошо известен факт технологического отставания России и ее Арктической зоны от передовых стран зарубежного Севера. Тем важнее ставить задачи не просто инерционного импортозамещения, но выхода на новую технологическую траекторию развития страны и ее Арктики.

Цель исследования состоит в теоретическом обобщении и эмпирическом подтверждении феномена возникновения нового технологического уклада в российской Арктике в последние десятилетия. Она определила необходимость решения нескольких задач: концептуализация феномена нового технологического уклада; характеристика ресурсного кризиса и инновационного цикла «геологическое открытие — коммерческое освоение»; определение ключевых конфликтов интересов в результате одновременного сосуществования в современную эпоху ресурсных гринфилд- и браунфилд-проектов.

Новизна исследования состоит в пионерной попытке регионализации концепции технологических укладов / технико-экономических парадигм Глазьева — Перес на специфичном примере российской Арктики за счет использования аппарата теории хозяйственного освоения и концепции ресурсных циклов И. Комара [12].

**Методология исследования**

Особенность подхода к исследованию состояла в отборе базовых понятий работ С. Глазьева и К. Перес и их «приземлении» к специфическим особенностям российской Арктики в контексте ее технологической динамики. Были использованы представления С. Глазьева о сопряженных базисных нововведениях, которые сопровождают возникновение

## ИННОВАЦИИ И ПРОБЛЕМЫ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ СЕВЕРА И АРКТИКИ

нового технологического уклада, значении иницирующего импульса для начала технологических преобразований. В арктических территориях его роль выполняют ресурсные кризисы или открытие нового ресурсного фронта. Использована идея К. Переса о значении финансового капитала и его «расшатывающей» старые каноны роли в технологической революции, смене прежнего технологического режима / способа производства; о противоречивом взаимодействии технико-экономической и социально-институциональной подсистем на этапах развертывания нового «Кондратьева»<sup>1</sup>.

Многочисленные исследования авторов по хозяйственному освоению Арктики позволили сформировать представление о трех видах «искушений». Первая опасность состоит в некорректности измерений развития ресурсных районов Арктики по критериям освоенных районов [13]. Вторая опасность состоит в использовании «стационарных» показателей состояния в эпоху радикальных изменений, замены одного технологического уклада другим. Третья опасность состоит в некорректной оценке развития по натуральным показателям объемов добычи ресурсных предприятий. Следует отметить, что использование средних показателей по региону, муниципальному образованию или предприятию в целом скрадывают картину преобразований, особенно радикальную в период зарождения / становления нового технологического уклада. Именно в силу этих ограничений решено было выбрать информационной основой исследования не традиционные статистические показатели, а базы данных по ресурсным проектам российской Арктики, в частности Института регионального консалтинга, материалы его ежемесячных бюллетеней о текущем социально-экономическом развитии российской Арктики.

### Результаты исследования

#### **Особенности нового технологического уклада**

Авторами было проведено обобщение содержания десятков новых ресурсных проектов, развертывающихся или запланированных к реализации в российской Арктике, трех

основополагающих стратегических документов по развитию Арктической зоны Российской Федерации<sup>2</sup>, инновационных проектов представителей крупного, среднего и малого бизнеса в арктических территориях России.

Новый технологический уклад в Арктике, который манифестируется через рассмотренные ресурсные проекты, с общих позиций может быть описан с помощью подхода С. Булгакова («философия хозяйства» [14]). «Философия» возникающей новой хозяйственной эпохи в российской Арктике — это *водные / воздушные среды, «космическая» автономность, мобильность (маневренность) и гибкость*. Первое означает опору на такие производственные и логистические решения, которые обеспечивают минимальное «трение» о земную поверхность («бесконтактность») для минимизации загрязнения окружающей природной среды и антропогенного отчуждения обширных массивов сухопутных земель - ввиду изменений климата, которые делают водную среду Арктики более дружелюбной для хозяйственной деятельности, ввиду угроз деградации вечной мерзлоты при новой хозяйственной активности на суше. Уже реализованные и обсуждаемые проекты «плавучих» заводов, обогатительных фабрик — барж<sup>3</sup> подтверждают рациональность этой новой хозяйственной философии.

«Космическая» автономность, на которую ориентированы новые хозяйственные решения, означает одновременно малочисленный промышленный персонал, автоматизированность и оцифрованность производственных процессов, изолированность производственных площадок от систем расселения и ее компактность. Именно в этой идеологии выполнена автономная арктическая станция «Снежинка», которая работает на возобновляемых источниках энергии и водороде<sup>4</sup>. Аналогично выполнен проект ледостойкой самодвижущейся платформы, которая придет на смену дрейфующим на льдине станциям «СП», и «Трилистник» Министерства обороны РФ, размещаемый на арктических островах.

Мобильность (маневренность) обеспечивается масштабным применением вахтового метода

<sup>1</sup> Здесь и далее, следуя традициям мировой литературы, «Кондратьев» используется в значении «технологический уклад», «технико-экономическая парадигма».

<sup>2</sup> Указ Президента РФ от 5 марта 2020 г. № 164 «Об Основах государственной политики Российской Федерации в Арктике на период до 2035 года»; Указ Президента РФ от 26 октября 2020 г. № 645 «О Стратегии развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2035 года»; Постановление Правительства РФ от 30 марта 2021 г. № 484 «Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Социально-экономическое развитие Арктической зоны Российской Федерации».

Федерации «Социально-экономическое развитие Арктической зоны Российской Федерации».

<sup>3</sup> В новом технологическом укладе установить все сразу на барже проще, чем везти в Арктику строительную технику и высококвалифицированных рабочих: все будет проверено до начала буксировки и готово к использованию сразу после прибытия на место.

<sup>4</sup> Раскрыта судьба российской «живой лаборатории» в Арктике. 15 июня 2022 года // lenta.ru: сайт. URL: <https://lenta.ru/news/2022/06/15/laboratoriya/> (дата обращения: 27.06.2022).

## ИННОВАЦИИ И ПРОБЛЕМЫ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ СЕВЕРА И АРКТИКИ

организации работ, использованием модульных схем сборки производственных объектов, стыковочных (фидерных) логистических схем с опорой на водные и воздушные среды. Отмеченные особенности органично связаны друг с другом.

Важно отметить, что речь идет о единстве технологий и институтов: одной технологии без соответствующего возвышения ценностей гибкости и мобильности как приоритетных для новой хозяйственной эпохи недостаточно. Для реализации нового технологического уклада необходимо прочное сочетание инновационных технологий и отвечающих им институтов.

Объемное представление о чертах и признаках нового технологического уклада в Арктике обеспечивается в результате творческого сопряжения базовых понятий теории технологических укладов (технично-экономической парадигмы), обновленной теории хозяйственного освоения и концепции ресурсных циклов И. В. Комара, разработанной в 1970-е гг., которая обеспечивает «приземление» теории технологических укладов на арктическую почву. Ресурсный цикл понимается как «совокупность превращений и пространственных перемещений» вещества природы, что означает единство «горизонтальной» переработки природного ресурса в локализованном хозяйственном комплексе и «вертикального» потока ресурсной цепочки от места добычи на внешние рынки [12, с. 73]. В концепции И. В. Комара новый технологический уклад можно понять как резкое ускорение и изменение «обменных процессов» (рост, увеличение разнообразия и усложнение структуры) при взаимодействии общества и природы, например, в добывающей деятельности.

Идея нового взаимодействия *общества и природы* в результате становления нового технологического уклада в Арктике может быть очень конструктивной. Об этом не говорят в своих работах ни С. Глазьев, ни К. Перес, но для технологической динамики ресурсных территорий мира это важнейший вопрос. В этой связи мы можем понять переход в Арктике от экономики четвертого «Кондратьева» к пятому как переход от «покорения» и «защиты» природы от человека к выработке

природосовместимых технологий зеленой экономики и энергетики, обеспечивающих уменьшение отходов производства и возможность их дальнейшего использования (в монографии И. В. Комара это называется переходом от «линейной» экономики к экономике замкнутого цикла [12, с. 201]).

Малоотходность и природосовместимость производства обеспечиваются за счет отказа от унифицированных массовых технологических решений в природопользовании и перехода на «штучную» настройку технологий на каждое месторождение. Новый технологический уклад сопровождается либо переходом на другие виды эксплуатируемых природных ресурсов (от россыпного золота к рудному, от трубного газа к СПГ, от алмазов к углеводородам, от золота к меди и полиметаллам и т. д.) в старых ресурсных провинциях, либо началом пионерного освоения нового ресурсного фронта (например, Ненецкого автономного округа).

Классический аппарат *теории хозяйственного освоения* может быть переоткрыт для лучшего понимания нового технологического уклада в Арктике. Из всех стадий хозяйственного освоения самой инновационной и венчурной является пионерная, которая сопровождается эффектами возрастающей отдачи на «молодых» природных активах нового ресурсного фронта. В зависимости от конкретного технологического уклада она протекает с формированием разных организационных и территориальных структур освоения: в 1930-е гг. — интегральных комбинатов и комплексных промышленных узлов, самообеспеченных энергией, продовольствием и стройматериалами; в 1970-е гг. — ведомственных трестов и главков, линейно-узловой территориальной структуры освоения в виде трасс и баз освоения (тыловой, форпостной, очаговой); в 2010-е гг. — ресурсных корпораций и полицентричной системы приморских баз освоения<sup>5</sup>.

Понятие опорной производственной инфраструктуры, которая обеспечивает массовый переход на новый технологический уклад, конструктивно использовалось в советской теории освоения<sup>6</sup>. Теперь оно «раздваивается» на физическую и виртуальную (информационную)

<sup>5</sup> Например, для шельфового проекта «Платформа “Приразломная”» используется несколько поддерживающих баз освоения: поселок Варандей (60 км до платформы) является береговым «бэкофисом» платформы, вахтовый поселок здесь сопровождает ее работу и ведомственный вертодром «Газпром нефть»; Усинск имеет бытовой комплекс для работников платформы; Мурманск является базой обслуживания морских работ; Архангельск является базой, откуда доставляется вахтовый персонал чартерными самолетами Ан-24 в Варандей, откуда вертолеты Ми-8АТМ доставляют персонал на платформу.

<sup>6</sup> Огромную роль в массовом переходе от отдельной эксплуатации добычных объектов к тотальной индустриальной Арктике сыграло строительство линейно-узловой инфраструктуры нового технологического уклада — трасс и баз освоения, которые и стали опорным каркасом индустриального освоения Севера и Арктики. И вот теперь такую роль должны сыграть массово применяемые интернет-технологии, которые должны преобразовать пространства ресурсного освоения Арктики под требования нового цифрового уклада.



**ИННОВАЦИИ И ПРОБЛЕМЫ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ СЕВЕРА И АРКТИКИ**

инфраструктуру. Новый технологический уклад в Арктике способен обеспечить не только рост объемов перевозки грузов и информационных потоков, но и рост скорости движения потоков, а также пропускной способности инфраструктурных каналов. Создание цифровых двойников реальных процессов и использование технологий искусственного интеллекта невозможны без скоростного и гарантированно устойчивого интернета.

«Физической» опорной инфраструктурой нового технологического уклада выступает Северный морской путь, в целом арктическая морская транспортная система, которые обеспечивают движение ресурсов и комплектующих модулей с внешних рынков на ресурсные проекты Арктики.

Единая платформа цифровых сервисов (осуществляется госкорпорацией «Росатом» в рамках инициативы социально-экономического развития РФ до 2030 г. «Круглогодичный Северный морской путь»<sup>7</sup>) станет центральным элементом цифровой экосистемы Северного морского пути. Одновременно осуществляются и другие усилия на государственном и корпоративном уровнях по созданию устойчиво работающей опорной подводной и воздушной телекоммуникационной инфраструктуры нового технологического уклада в Арктике [15]. Речь идет о прокладке трансарктической магистральной подводной волоконно-оптической линии связи «Полярный экспресс» от Териберки в Мурманской области до Владивостока через Амдерму, Диксон, Тикси, Певек, Анадырь, Петропавловск-Камчатский и Южно-Сахалинск.

Почти столетняя ретроспектива хозяйственного освоения Арктики и Севера, выполненная впервые в логике смены технологических укладов (технико-экономических парадигм), позволяет обозначить особенности каждого из них (с третьего до прогнозного шестого) — табл. 1. Важнейшая специфика районов Арктики и Севера на фоне общероссийских закономерностей привносится природной средой, природными ресурсами и технологическими особенностями их использования на каждом «Кондратьеве».

Каждый технологический этап выдвигал на авансцену свои фронтальные территории Арктики, свои виды природных ресурсов для освоения, опирался на свои суперструктуры освоения и опорную инфраструктуру, формировал свои территориальные структуры освоения, уникальные горизонтальные и вертикальные ресурсные цепочки, переопределял

по-новому выбор между централизованными и децентрализованными решениями, например, в области энергообеспечения новых ресурсных проектов. И если на четвертом «Кондратьеве» масштабно действовал эффект Джека Лондона [16] с опорой на ранее созданную инфраструктуру, то на пятом его проявление было менее заметно ввиду перехода корпораций на радикально новые схемы обустройства и логистики проектов.

***Ресурсные кризисы как катализаторы перехода к новому технологическому укладу старо-промышленных территорий Арктики***

Ресурсные территории имеют яркую специфику в предпосылках перехода к новому технологическому укладу. Если для освоенных районов таким драйвером выступают кризисы перепроизводства, падающая отдача от старых технологий ключевого, знакового обрабатывающего производства (например, конвейерного), то для добывающих территорий Арктики стимулом для революционной технологической трансформации выступают ресурсные кризисы, то есть естественное истощение тех природных активов и якорных месторождений, на уникальности которых были выстроены основные производственно-технологические системы добычной промышленности прежнего уклада.

Ресурсный кризис является резким нарушением пропорциональности развития двух подсистем местной инновационной системы: исследовательской подсистемы накопления нового знания о ресурсах и запасах природных ресурсов и эксплуатационной подсистемы добычи природных ресурсов. Статистически это выражается в нарушении соответствия между приростом запасов в «знаниевой подсистеме», работа которой обеспечивается усилиями геологов, геофизиков, геохимиков и т. д., и погашением запасов в эксплуатационной добычной подсистеме, работа которой обеспечивается усилиями горняков, нефтяников, металлургов. Невозможно восстановить этот баланс в рамках действующей технико-экономической парадигмы. Поэтому усилия самых талантливых профессионалов из числа местных геологов, горняков, инженеров обычно ни к чему не приводят: рацпредложения только отодвигают неизбежное обрушение добычи, а радикальные предложения отвергает сама сложившаяся технико-экономическая система, заинтересованная в сохранении статус-кво.

<sup>7</sup> Распоряжение Правительства РФ от 6 октября 2021 г. № 2816-р «Инициатива социально-экономического развития РФ до 2030 года “Круглогодичный Северный морской путь”».

## ИННОВАЦИИ И ПРОБЛЕМЫ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ СЕВЕРА И АРКТИКИ

Таблица 1

Черты технологических укладов в хозяйственном освоении Севера и Арктики России

	Третий «Кондратьев» ...1930–1950-е гг.	Четвертый «Кондратьев» 1950–1990-е гг.	Пятый «Кондратьев» 1990–2030-е гг.	Шестой «Кондратьев» 2030-е + годы (прогноз)
1	Торжество тяжелой промышленности (советская индустриализация), резкое удешевление стали, «всюдное» проникновение электричества (электрификация всей страны, «лампочка Ильича», ЛЭП) и электродвигателей. Активное железнодорожное строительство. Телефонизация	Торжество массового стандартизованного производства конвейерного типа и автомобилестроения. Массовое производство нефти и ее удешевление. Маштабное трубопроводное строительство. Строительство аэропортов. Иерархические хозяйственные организаторы. Появление бытовой электроники	Эпоха информации, телекоммуникаций. Резкое удешевление микроэлектроники и чипов. Появление скоростного интернета, интернета вещей, скоростного наземного транспорта, распределенной энергетики, новых материалов и видов транспорта (экранопланы, беспилотники и др.)	Эпоха нанотехнологий, биотехнологий, биоэлектроники, дешевых «умных» материалов с заданными свойствами
Принципы взаимодействия с природной средой	Покорение природы	Природные блага неиссякаемы и бесконечны. Природу нужно «защищать» от человека	Природосовместимые решения и технологии, зеленая экономика и энергетика	Природоподобные материалы, решения и технологии
Модель (ключевые структуры хозяйственного освоения Арктики)	Интегральные комбинаты — производственные суперорганизации на базе исправительно-трудовых лагерей. Формирование индустриальных гигантов в виде Норильского комбината	Отраслевые производственные ведомства-главки. Доминирование иерархических суперструктур освоения	Ресурсные корпорации — многонациональные компании. «Росатом» как интегральный инфраструктурный оператор Северного морского пути. Доминирование государственных и частных сетевых структур — ресурсных корпораций	?
Событие, которое дало старт технологической трансформации	Строительство Норильского комбината (1935–1938 гг.)	Создание Западно-Сибирского нефтегазового комплекса (1960–1970-е гг.)	Формирование кластера ямалских СПГ-проектов «Ямал-СПГ» (2017) и др. и серии проектов освоения редкоземельных месторождений (2020-е гг.)	?
«Фронтир» ресурсного освоения (регионы пионерного ресурсного освоения)	«Золотая Колыма» и Норильский комбинат	«Нефтяная» Тюмень, Чукотский автономный округ	СПГ-проекты Ямала (Ямало-Ненецкого автономного округа), нефтяные проекты Ненецкого автономного округа, Таймыра, минерально-сырьевые проекты Чукотского автономного округа	Проекты освоения ресурсов неминерального и биологического сырья для нано- и биотехнологий (Таймыр, Ямало-Ненецкий автономный округ и др.)

## ИННОВАЦИИ И ПРОБЛЕМЫ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ СЕВЕРА И АРКТИКИ

Окончание табл. 1

1	2	3	4	5
Доминирующие экономические эффекты	Экономия на масштабе	Экономия на масштабе и стандартизации. ТПК-районный эффект. Эффект Джека Лондона (опора на инфраструктуру прошлого цикла освоения)	Экономия на масштабе и диверсификации. Экономия на локализации (локальный комплекс, островная хозяйственная платформа). Эффекты масштабирования передовых практик и пилотных решений (проектов)	Экономия на «пластичности»: способности к бесконечным комбинациям свойств в результате изменения структуры материалов и технологий
Опорная инфраструктура уклада	ЛЭП, железные дороги, в том числе узкоколейные, автодороги	Трубопроводная сеть, воздушная, речная сети	Телекоммуникационная сеть, Северный морской путь как система морских арктических трасс и сеть морских портов, воздушная сеть	?
Черты эксплуатируемых природных активов Арктики и Севера	Местные ресурсы, которые можно обрабатывать ручными орудиями труда, в конце периода — машинами и механизмами	Однородные (гомогенные) природные ресурсы, которые можно масштабировать стандартными машинами и механизмами, чтобы далее транспортировать для переработки в освоенных районах	Смесовые (гетерогенные) природные ресурсы, которые требуют индивидуальной настройки технологии добычи и переработки на месте, на каждый природный объект (месторождение)	Высокое разнообразие свойств природных ресурсов, вовлекаемых в хозяйственный оборот
Территориальные структуры пионерного освоения	Локальный промышленный узел (поселок-лагерь), интегрированный в местную систему расселения	Трассы и иерархия баз освоения (внешняя тыловая, входная форпостная и местная локальная / очаговая). Линейно-узловая структура	Полицентричная система / структура равноценных баз освоения. Система трасс освоения (морские, речные, воздушные, телекоммуникационные)	Сетевые структуры хозяйства и расселения
Горизонтальная цепочка (местное обустройство месторождения)	Полностью самообеспеченные, увязанные в единую сеть местные лагерные пункты, включающие добычу природных ресурсов, разработку местных источников тепла, энергии, продвольствия, стройматериалов	Промышленные узлы и районы, включающие производственные объекты и стационарную сеть расселения (монгорода и поселки). Проблема технического отставания местной производственной и социальной инфраструктуры от импортных технологий добычного производства	Островная платформа приморского местоположения из добычного объекта, вахтовых поселений, аэропорта, автономного источника тепла, энергии и продвольствия (вертикальные теплицы)	«Бесшовные» кластеры, опирающиеся преимущественно на водные и воздушные транспортные сети завоза и вывоза продукции
Доминирующая вертикальная ресурсная цепочка (от места добычи к рынкам потребления)	Добыча на Севере — переработка металлургического концентрата в освоенных районах	Добыча на Севере — трубопроводная транспортировка — переработка в освоенных районах СССР и зарубежной Европы	Арктические СП-заводы — морская транспортировка судами усиленного ледового класса + привлекаемые атомные ледоколы на европейские и азиатские рынки	Морская логистика связывает места добычи ресурсов биологических и неминерального сырья Арктики с азиатскими и другими рынками

Примечание. Источник: составлено авторами; ? — нет сведений.

## ИННОВАЦИИ И ПРОБЛЕМЫ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ СЕВЕРА И АРКТИКИ

Исчерпание возможностей прежней технологической траектории осознается постепенно, и, как правило, первоначально противоречие пытаются решить за счет легких паллиативных мер. Однако это не срабатывает: добыча неудержимо снижается под действием естественного закона падающей предельной отдачи от длительно эксплуатируемых природных активов. Становится очевидным, что требуются не паллиативные меры, инкрементальные инновации, а «подрывные» технологические и организационные новшества. Однако даже при обвальном снижении добычи, при полноценном развертывании ресурсного кризиса еще некоторое время сохраняется иллюзия возможности оставить все, как есть, в рамках прежней технологической парадигмы. И тогда обычно внешнее событие (национальная реформа, глобальный финансово-экономический кризис, мировая война и др.) становится «той соломинкой, которая переламывает спину верблюда». После длительного периода игнорирования сигналов ресурсного кризиса возникает быстрая череда радикальных мер и событий. За очень короткий период буквально нескольких лет ландшафт деятельности добывающей промышленности в Арктике радикально изменяется. Начинается первая фаза становления нового технологического уклада в ресурсном секторе Арктики.

Но возникает вопрос: а каковы драйверы перехода к новому технологическому укладу в районах пионерного освоения, которые еще не вкусили горечи ресурсного истощения старопромышленных районов? Здесь стимулом к новому освоению, и сразу на фундаменте нового технологического уклада, выступает мировой спрос (и не всегда это спрос технологически передовых стран, это может быть также емкий спрос стран, находящихся не в авангарде «укладной динамики», например Китая и Индии) на уникальные природные ресурсы, которые имеет арктическая территория и / или прорывная инновация, которая обеспечивает лучшую доступность арктического ресурса на мировых рынках (например, радикальная инновация — перевозка СПГ на дальние расстояния — обеспечила расширение его рынка и возможность реализации ямальских СПГ-проектов).

Это случай ресурсного фронта, то есть ситуации получения в течение короткого времени

возрастающей отдачи на ресурсах *staples* — так известный канадский экономист Гарольд Иннис называл ресурсы пионерного освоения [17], отличая их от обычных природных ресурсов именно тем, что они «свежие», неистощенные, малозатратные в разработке, обеспечивают «фонтаны» возрастающей отдачи в силу этих своих уникальных свойств. Можно назвать это время периодом экстенсивного натиска — потом, ввиду неизбежного истощения, наступает процесс стабилизации и освоения «вглубь» с систематическим применением технологий нового уклада и присущих ему новых организационных рамок.

**Арктический инновационный цикл: геологическое открытие — добычное внедрение в форме пионерного освоения**

Основоположниками «укладной» теории — Н. Кондратьевым, К. Перес, С. Глазьевым — сформулированы представления, что львиная доля технических открытий совершается в фазе депрессии предыдущего «Кондратьева», для того чтобы уже в новой технологической волне полноценно реализовать свой потенциал или даже стать ее якорной инновацией. Возникают вопросы: а как этот феномен проявляется в Арктике? Работают ли здесь эти закономерности?

Роль радикальной инновации здесь играет геологическое открытие нового месторождения, нового вида природного ресурса, которое становится привлекательным к широкомасштабной эксплуатации нередко уже на новой технической основе, в новой логистике, новой схеме энергообеспечения и обустройства месторождения, то есть уже в новом «Кондратьеве»<sup>8</sup>.

Таких примеров отложенного вовлечения ресурсного объекта, когда после открытия его коммерческое «внедрение» в виде добычи откладывается на многие десятилетия наступления уже нового технологического уклада, более подготовленного к освоению этих природных объектов (месторождений), в новейшей истории Арктики множество (табл. 2). Чем больше нестыковок между старой парадигмой (ее технологическими и организационными возможностями) и свойствами природного объекта, спросом на него на мировых рынках, тем на большее число лет откладывается его хозяйственное освоение.

<sup>8</sup> Сказанное не означает, что не может иметь место вовлечение месторождения, которое попадает «в такт» существующему технологическому укладу, сразу после его открытия: именно таковы случаи Самотлора, Уренгоя, Дуката, других месторождений, сразу

после открытия подхваченных добывающей отраслью. Однако нас интересуют многочисленные случаи с большим временным разрывом между геологическим открытием и горной добычей.



## ИННОВАЦИИ И ПРОБЛЕМЫ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ СЕВЕРА И АРКТИКИ

Таблица 2

Разрыв во времени между геологическим открытием и коммерческой эксплуатацией месторождения

Месторождение	Геологическое открытие, год	Промышленная эксплуатация, год	Разница в годах	Причина, по которой было отложено промышленное освоение
Томтор	1959	2022 (план)	63	Невозможность круглогодичной эксплуатации (рабочим является только зимний период). Сложные технологии переработки упорных руд. Удаленность от всех локальных и форпостных баз освоения
Новопортовское	1964	2014	50	Сложное геологическое строение залежей. Сложные транспортно-географические условия для вывоза нефти (логистика): вместо сухопутного в итоге был принят революционный морской вариант
Майское	1972	2009–2013	37–41	Отсутствие технологии извлечения золота из сложных руд
Песчанка Баймской рудной зоны	1972	2019	47	Отсутствие технологии извлечения меди и золота из сложных медно-порфировых руд
Бованенковское	1971	2012	41	Ввиду северного приморского расположения месторождения его эксплуатация и подключение к традиционной трубопроводной системе началось после истощения более южных объектов Ямало-Ненецкого автономного округа, открытых примерно в то же время
Группа Мессояхских месторождений				Отсутствие технологии извлечения многокомпонентных активов из сложной нефтегазоконденсатной смеси многослойного по структуре размещения активов природного объекта
Западно-Мессояхское	1983	Готово к разработке (2022 г. — инженерная подготовка площадок)	40+	
Восточно-Мессояхское	1990	2016	26	
Приразломное	1989	2013	24	Трудности морской эксплуатации (с платформы) расположенного на шельфе месторождения

Примечание. Источник: составлено авторами.

## ИННОВАЦИИ И ПРОБЛЕМЫ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ СЕВЕРА И АРКТИКИ

Обобщая все случаи длительного разрыва во времени между открытием и внедрением, можно выделить четыре группы его причин: 1) месторождение открыто в третьем-четвертом «Кондратьеве», а спрос на открытый природный ресурс в мире «пробудился» лишь на пятом-шестом «Кондратьеве» (например, месторождения редкоземельных металлов — Томтор и др.); 2) неоднородные руды / нефтегазоконденсатные смеси, которые требовали настройки технологии добычи и переработки на конкретное месторождение, а унифицированные «конвейерные» технологические и организационные приемы четвертого «Кондратьева» это не умели (таковы Новопортовское, Баимское, Майское, Мессояжское месторождения); 3) сухопутная логистика, принятая в основном в четвертом «Кондратьеве», для приморских природных объектов не была оптимальной, а обеспечивать сопряженные инновации в компактной добыче, морской логистике специализированными судами усиленного ледового класса еще не умели (это касается почти всех новых проектов, которые реализуются или готовятся к реализации в современной Арктике); 4) поскольку сухопутное освоение советского Севера и Арктики всегда шло с юга, первоначально брались именно «южные» природные объекты — срок аналогичных северных, как, например, Бованенковского месторождения, наступил десятилетиями позже.

Разберем более подробно случай Томтора, в котором все четыре фактора сработали на торможение, что вызвало предельный разрыв (более шестидесяти лет) между открытием и прогнозным вводом его в эксплуатацию. Проблемы здесь были связаны с необходимостью признания внедрения сразу четырех инноваций: новый ресурс для освоения, новое предельно северное место его отработки (экстремальная дислокация месторождения), необходимость в новой технологии и организации добычи (не круглогодичной, а сезонной), потребность в сложной морской логистике для вывоза концентрата.

Сегодня именно с редкоземельными металлами связывается национальный суверенитет в компонентной базе для российской микроэлектроники. В послевоенном третьем «Кондратьеве» императив национальной безопасности по редкоземельным металлам еще не стоял. Позднесоветское освоение ресурсов Севера и Арктики было настроено на круглогодичную работу создаваемых здесь рудников и карьеров.

Схема сезонной, с октября по апрель, отработки рудного месторождения, подходящая для Томтора<sup>9</sup>, с точки зрения советских проектировщиков означала абсолютное нарушение всех принятых канонов технологического процесса и недополучение основных экономических эффектов, на которые была настроена прежняя освоенческая система: экономия на масштабе за счет больших объемов производства, достигаемых преимущественно за счет круглогодичной загрузки. Уникальные технологии переработки томторской руды, настроенные именно под нее<sup>10</sup>, вместо массовых стандартных технологий добычи и переработки в советское время стали тормозом для освоения месторождения в 1960–1980-е гг. В СССР однозначно рассматривалась только сухопутная схема вывоза на юг, потому что морская схема всегда считалась ненадежной, рискованной и опасной ввиду труднопрогнозируемых и жестких ледовых условий трассы Северного морского пути. Однако месторождение Томтор для сухопутной логистики расположено трудно, почти на арктическом побережье. Сегодня утверждена мультимодальная схема вывоза добытого концентрата: зимник — (река) — Северный морской путь — железная дорога.

Другой пример — Новопортовское нефтегазоконденсатное месторождение, которое было первым из открытых на полуострове Ямал, однако его разработка началась спустя пятьдесят лет. Важнейшая причина задержки — отсутствие адекватной сложным транспортно-географическим условиям логистической схемы вывоза. Строительство трубопровода до месторождения протяженностью более 700 км было признано экономически нецелесообразным. Вариант сезонного вывоза по зимнику до железнодорожной станции Паюта также не был принят ввиду ограничений пропускной способности железнодорожной инфраструктуры<sup>11</sup>. Вместо привычного южного маршрута трубопроводного транспорта предложенная «Газпром нефтью» революционная морская схема вывоза добываемого сырья через нефтеналивной терминал «Ворота Арктики» у мыса Каменный решила вопрос с освоением месторождения: в новых природно-климатических условиях, с учетом технологических возможностей пятого «Кондратьева», морская Арктика уже не является барьером для освоения приморских природных ресурсов, как это было в четвертом «Кондратьеве» 40–50 лет назад.

<sup>9</sup> Месторождение будет обрабатываться только в зимний период при отрицательных температурах: в теплое время года из-за таяния участок представляет собой болотистую местность с неустойчивым и топким грунтом, что препятствует работе техники и транспорта. В летний период будет вестись консервация месторождения и откачивание воды (Три года до вскрытия: на Буранном завершилась геологоразведка // ЯСИА: сайт. URL: <http://ysia.ru/tri-goda-do-vskrytiya-na-burannom-zavershilas-geologorazvedka/> (дата обращения: 27.06.2022)).

<sup>10</sup> В современных условиях потребовалось более четырех лет, чтобы их найти.

<sup>11</sup> «Газпром нефть» впервые осуществила вывоз нефти с Новопортовского месторождения морским путем // Газпром нефть: сайт. URL: <https://www.gazprom-neft.ru/press-center/news/gazprom-neft-vperve-osushchestvila-vyvoz-nefti-s-novoportovskogo-mestorozhdeniya-morskim-putem/> (дата обращения 27.06.2022).

## ИННОВАЦИИ И ПРОБЛЕМЫ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ СЕВЕРА И АРКТИКИ

Месторождение Майское было открыто магаданскими геологами еще в 1972 г.<sup>12</sup>, однако, как и во многих других случаях уникальных по запасам, но сложно берущихся объектов минерального сырья, ввиду отсутствия технологии извлечения золота из сложных руд, его освоение началось лишь спустя почти сорок лет, уже в пятом «Кондратьеве». Причины технологические и организационно-экономические. Модель освоения в четвертом «Кондратьеве» не умела получать экономический эффект на точечных, средних по запасам, изолированно стоящих объектах горной отрасли. Чтобы оправдать затраты на планомерное, многолетнее инфраструктурное (транспортное и энергосетевое, централизованными энергосистемами) с созданием сети постоянных промышленных поселков освоение, месторождения должны были быть уникальными, сверхкрупными по запасам (и это было даже важнее, чем высокие содержания) и их должно было быть несколько, чтобы включить районные эффекты. Ничего этого ни Майское, ни Песчанка, ни Томтор не могли обеспечить. По этой же причине было надолго отложено освоение Мессояхских месторождений, содержащих арктический коктейль нефтеносных, конденсатных и газоносных пластов [18].

Чтобы освоение проект состоялся, необходимо совмещение свойств природных активов и имеющихся технологий добычи, переработки, логистики, организационных схем отработки. Возможность ввести все эти месторождения в хозяйственный оборот определялась наличием даже не одной, а целого кластера сопряженных инноваций по всей ресурсной цепочке — в добыче, переработке, логистике, которые пришли только с новым технологическим укладом.

**Новый ресурсный проект как центральный феномен нового технологического уклада**

Главная особенность российской Арктики состоит в том, что новый технологический уклад проявляется здесь прежде всего через ресурсный проект хозяйственного освоения. Такой «революционный» проект демонстрирует черты нового процесса освоения территории, с одной стороны, с другой стороны — яркие особенности нового технологического уклада. Другое отличие от «материковой» ситуации состоит в том, что такой «революционный» проект обычно рождается не внутри слоя прежнего хозяйственного освоения, а пространственно обособленно от него. Можно сказать, что он несет черты утрированного нового: новые технологии и организация добычных работ, новый для территории вид добываемого природного ресурса, новое само место добычи.

Этот новый проект устанавливает в Арктике формат передовой практики в добычных технологиях, организации производства и жизнеобеспечения, производственной логистике, устанавливает недостижимый прежде уровень производительности труда. И этот новый стандарт потом масштабируется и на другие арктические проекты. Так осуществляется процесс диффузии технологических и организационных инноваций в арктическом добычном производстве.

Нередко, как было показано, перспективное месторождение нового природного ресурса было открыто геологами намного раньше. Особенность момента коммерциализации результата геологов состоит в том, что в новых возникших мировых и российских условиях ищущий приложения финансовый капитал готов обеспечить масштабные инвестиции этому революционному, а значит, и высокорисковому проекту в Арктике.

Черты революционности проекта, которые отличают его от многочисленных «собратьев», определяются одновременной инновационностью стадий ресурсной цепочки и в горизонтальном (новизна социально-производственного обустройства месторождения), и в вертикальном (новизна технологии и логистики процессов добычи, переработки, сбыта) выражениях. Именно горизонтальная и вертикальная сопряженности инноваций обеспечивают революционность флагманского ресурсного проекта.

Для современной российской Арктики всеми этими чертами, несомненно, обладает проект «Ямал-СПГ»: он включает создание такого набора объектов производственной, транспортной и бытовой инфраструктуры, который превосходит стандартный проект нового освоения: помимо чисто производственных объектов (завод по производству СПГ), построен новый морской порт Сабетта со специальным судоходным каналом в Обской губе и нефтеналивным терминалом, аэропорт, газовая тепловая электростанция, вахтовый поселок.

Обслуживающий этот локальный производственный кластер новый аэропорт имеет международный статус и соединен регулярными рейсами с Новым Уренгоем, Москвой и Самарой. Аэропорт является одним из крупнейших в мире за полярным кругом и способен принимать тяжелые дальнемагистральные самолеты, в том числе крупнейший грузовой самолет Ан-124 «Руслан». Обслуживающий проект вахтовый поселок Сабетта является крупнейшим в России среди поселков подобного типа<sup>13</sup>, численность жителей составляет около 30 тысяч человек.

<sup>12</sup> Майское: история: сайт. URL: <https://www.polymetalinternational.com/ru/assets/where-we-operate/mayskoye/> (дата обращения: 27.06.2022).

<sup>13</sup> Стенограмма встречи Владимира Путина с председателем правления компании «Новатэк» Леонидом Михельсоном // Президент России: официал. сайт. URL: <http://www.kremlin.ru/events/president/news/53251> (дата обращения: 27.06.2022).

## ИННОВАЦИИ И ПРОБЛЕМЫ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ СЕВЕРА И АРКТИКИ

В логистической системе для транспортировки СПГ специально были спроектированы танкеры усиленного ледового класса Arc7. Газовозы способны проходить льды толщиной до 1,5 м, что позволяет круглогодично обходиться без ледокольной проводки при осуществлении навигации в западном направлении. В восточном направлении, которое является ключевым для проекта (более 85 % СПГ поставляется в страны Азиатско-Тихоокеанского региона), танкеры обходятся без ледокольной проводки в течение арктического лета. Доставка груза в восточном направлении по Северному морскому пути, например в Китай, осуществляется в два раза быстрее, чем по традиционному маршруту через Суэцкий канал (19 против 35 дней)<sup>14</sup>.

Можно сказать, «родными братьями» проекта «Ямал-СПГ» с точки зрения каскада примененных технологических и организационных инноваций являются проекты освоения Новопортовского нефтегазоконденсатного месторождения (дистанционно управляемый морской терминал «Ворота Арктики», ветросолнечная электростанция «Юрта», принцип нулевого сброса в работе танкеров усиленного ледового класса и др.), проект освоения кластера нефтяных месторождений Красноярского края «Восток Ойл» (от Ванкора до Пайяхского на Таймыре), проект освоения золоторудного месторождения Купол на Чукотке<sup>15</sup>.

В освоенных районах «полюса роста» нового технологического уклада возникают прежде всего в крупных городах-центрах и городских агломерациях. Отсюда по принципам пространственной диффузии инноваций новшества распространяются дальше, в центры меньшего ранга, в глубинку, на периферию. Отличие Арктики состоит в том, что здесь новый технологический уклад манифестируется прежде всего в районах ресурсных промыслов, в которых впервые тестируются новые технологии и методы организации работ. И уже потом, после успешного их опробования в базовой для арктической экономики добычной деятельности, некоторые находят применение в системах жизнеобеспечения и производственной деятельности городской Арктики.

**Конфликты нового и старого при возникновении нового технологического уклада в Арктике**

Новый технологический уклад неизбежно порождает противоречие между возникающими новыми и длительно существующими старыми видами экономической деятельности. Поэтому закономерно, что и К. Перес, и С. Глазьев в своих работах по технико-экономической динамике значительное место посвятили этому сюжету.

К. Перес отмечает факт длительного сосуществования «молодых» отраслей и видов деятельности, порожденных новым укладом, и «омоложенных» старых отраслей и видов деятельности — в терминах нашей теории хозяйственного освоения — добычных гринфилд- и браунфилд-проектов. Ее интересует вопрос, как различаются отношения производственного и финансового капиталов для новых и старых видов экономической деятельности.

Реалии последних трех десятилетий развития регионов российской Арктики подтверждают тот факт, что значительно легче найти инвестиционные ресурсы (финансовый капитал) для проектов, утверждающих принципы нового технологического уклада, чем для проектов глубокой или поверхностной модернизации добычного производства, созданных еще в третьем-четвертом «Кондратьеве». На примере сравнения динамики социально-экономического развития Ямало-Ненецкого автономного округа и Мурманской области мы видим, в какой степени различаются эти траектории (один Пуровский район Ямало-Ненецкого автономного округа производит больше промышленной продукции, чем город Мурманск — столица Мурманской области): первая формируется в значительной степени напором новых ресурсных проектов, утверждающих принципы пятого «Кондратьева», вторая до недавнего времени отражала процессы поджатого инвестирования компаний в модернизацию советских производственных активов добывающей промышленности.

Это сильнейшее современное противоречие между новыми и старыми добычными проектами в российской Арктике позволяет сказать, что имеет место разлом на две Арктики: регионы, в которых уже зарождаются черты нового технологического уклада в виде ресурсных проектов нового поколения (места радикальных инноваций), и регионы, в которых продолжается процесс модернизации старых добычных проектов, которые консервируют черты и особенности прежних технологических укладов (места инкрементальных инноваций). И между ними — «пропасть» экономических и социальных различий. Самое грубое представление об этой драматургии нового и старого могут дать соотношения производства СПГ и трубного газа, россыпного и рудного золота, объемы морской и сухопутной производственной логистики (вывоза природного ресурса) в целом в российской Арктике и в конкретных ее территориях (в регионах и муниципальных образованиях).

<sup>14</sup> «Ямал СПГ» законтрактовало 96 % производимого СПГ на долгосрочной основе // ТАСС: сайт. URL: <https://tass.ru/tek/2747164> (дата обращения: 27.06.2022).

<sup>15</sup> Сравнительная оценка смелости и инновационности решений почти двух десятков проектов освоения ресурсов российской Арктики проведена нами в статье [19].



## ИННОВАЦИИ И ПРОБЛЕМЫ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ СЕВЕРА И АРКТИКИ

К. Перес отмечает, что резкий, агрессивный отрыв новых видов экономической деятельности, который происходит на стадии становления новой технологической парадигмы (сильное и сверхбыстрое укрепление нового) сотрясает всю экономическую систему и опасен социальными напряжениями. Усиление этих контрастов между арктическими территориями и местами мы увидели с первыми успехами ввода новых ресурсных проектов в российской Арктике во второй половине 2010-х гг.

В отличие от К. Перес, С. Глазьев в проблематике конфликтов нового и старого делает акцент на пагубности «растаскивания» ограниченных ресурсов одновременно в производства третьего, четвертого, пятого технологических укладов и вместо этого на необходимости перераспределения ресурсов в пользу производств самых перспективных последних пятого и шестого технологических укладов. Он пишет, что именно в силу такого «растаскивания» сначала новые производства растут экспоненциально, а потом, когда они сталкиваются в фазе роста с ресурсными ограничениями (материальные и природные активы массово отданы производствам старых технологических укладов), их дальнейшее развитие тормозится — экспоненциальный рост превращается в линейный. Имеет место перенакопление активов (в случае Арктики природных ресурсов на лицензионных участках) в укладах третьего и четвертого «Кондратьева» в ущерб пятому и шестому. Такая тональность связана с врожденной проблемой многоукладности российской экономики, расточительным рассеиванием ресурсов в пользу морально устаревших производств, которые отмечали многие советские и российские экономисты. В современной российской Арктике этот контекст борьбы нового и старого отчетливо проявляется в спорах «НоваТЭКа» и «Газпрома» за ресурсы ямальского газа.

Лицензионная политика государства в Арктике должна стимулировать не только выполнение социальных обязательств компании перед территорией присутствия (хотя и это важно), но и переход к новому технологическому укладу и эффективное распределение природных активов среди конкурирующих пользователей в интересах нового технологического уклада и общества, заинтересованного в технологически продвинутом развитии России, в целом. Одновременное воспроизводство четвертого «Кондратьева», связанного с производством трубного газа, и пятого

«Кондратьева», связанного с производством СПГ, становится все труднее (как ранее сталь замещала железо, так теперь СПГ-производство в мире начинает замещать производство трубного газа — трубопроводная сеть становится ненужной) ввиду того, что экспоненциальный рост СПГ-производства начинает сталкиваться с ограничениями ресурсной базы по ямальскому природному газу. И споры «НоваТЭКа» с «Газпромом» за лицензионные участки Тамбейской группы месторождений это отражают<sup>16</sup>.

Но противоречие нового и старого при становлении нового технологического уклада в Арктике имеет еще одно измерение, о котором пишут и К. Перес, и С. Глазьев. Этот конфликт между новыми видами экономической деятельности и старой регулятивной системой можно назвать микромарксистским противоречием между технологически оторвавшимися производительными силами (производственными активами) и инерционными и подчас архаичными производственными отношениями (экономическими институтами).

В широком понимании это противоречие между новой технико-экономической парадигмой, новым технологическим укладом, и старой социально-институциональной средой. В нашем конкретном и узком понимании это противоречие между новым ресурсным проектом и всей системой федеральных норм и правил, которая регулирует его обустройство и освоение [20], движение ресурса от добычи к переработке и сбыту.

И в узком, и в широком понимании мы видим, что пока государство не «подобрало» институты для производств новой технологической эпохи, которые не противодействуют, а способствуют раскрытию ее экономического и социального потенциала. В узком смысле это отчетливо проявилось при вводе платформы «Приразломная», когда потребовалось более двух лет для приведения в соответствие системы федеральных норм и правил к реалиям нового (пионерного) шельфового освоения углеводородов в Печорском море<sup>17</sup>. «Ручное» нормативное правовое регулирование под каждый крупный ресурсный проект Арктики как раз и свидетельствует о том, что существующая в стране институциональная оснастка пока не соответствует реалиям «платформенного» капитализма [21], который уже возникает в Арктике с новым технологическим укладом (представлен триадой «производственная платформа — вахтовое поселение — морская

<sup>16</sup> Путин заявил о возможности перераспределения запасов газа на Ямале. НОВАТЭК давно пытается купить там часть месторождений Газпрома. 24 января 2022 г. // РБК: сайт. URL:

[https://www.rbc.ru/business/24/01/2022/61ee9b599a794713fd294de?from\\_main\\_12](https://www.rbc.ru/business/24/01/2022/61ee9b599a794713fd294de?from_main_12) (дата обращения: 27.06.2022).

<sup>17</sup> Устные сообщения топ-менеджеров «Газпромнефтьшельф».

**ИННОВАЦИИ И ПРОБЛЕМЫ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ СЕВЕРА И АРКТИКИ**

логистика»). В широком смысле этот конфликт нового и старого означает, что пока вослед новым технологиям не придет новая же социально-институциональная среда, социальные конфликты и противоречия будут воспроизводиться, благосостояние для всех не придет. И это не вопрос жадности компаний, это вопрос несовершенных институтов государства.

**Дискуссия и заключение**

Важнейшая проблема, поднятая в статье, состоит в необходимости подтягивания производственной и социальной инфраструктуры, компетентного и квалифицированного персонала, федеральных норм и правил к реалиям становления пятого «Кондратьева» в Арктике. Очевидна необходимость разработки принципиально новой экономической политики для нашего времени. Чтобы позитивные эффекты от новой технологической парадигмы распространились максимально широко, нужны кардинальные изменения в инвестиционном поведении, организационных моделях, ментальности, институтах. Ввиду быстрого обесценивания знаний и навыков промышленного персонала при переходе на новый технологический уклад, необходима особая нагрузка на системы переобучения и переподготовки кадров для реализации арктических проектов.

Решение этих проблем невозможно без детализации противоречий нового и старого на уровне конкретных арктических регионов и муниципальных образований. Необходимо предметно изучить расслоение технологической структуры региональной экономики на новый и старый технологические уклады с целью определения характера их взаимодействия, реальной фазы продвижения нового технологического уклада на территорию. Очевидно, что по районам Арктики эта картина будет очень пестрой. Поэтому необходимы конкретные исследовательские кейсы по разным территориям российской Арктики с детальным анализом реалий формирования здесь промышленных комплексов на базе ресурсных проектов нового технологического

уклада (добыча — переработка — транспортировка — заготовка, работа НИР-подразделений и др.). Формирование таких комплексов позволит более широко и рационально использовать имеющийся потенциал для повышения эффективности отраслевой политики в Арктике.

Становление шестого технологического уклада опирается на nano-, биотехнологии, биоэлектронику и биоэкономику. Очевидно, что его формирование и распространение в Арктике будет иметь свои особенности, потому что здесь, в отличие от освоенных районов, экономика и сама жизнь людей центрируются вокруг ресурсных проектов минерально-сырьевого, топливно-энергетического и агропромышленного комплексов. Именно эти отрасли и виды экономической деятельности первыми будут опробовать новые достижения, приносимые сюда новым технологическим укладом.

Именно для Арктики значительный потенциал можно увидеть в аддитивных технологиях<sup>18</sup>, которые обеспечивают массовое дешевое получение материалов с заданными (например, морозоустойчивыми) свойствами на 3D-принтерах. Уже есть сообщения о возможности создания плавучих модулей на композитном основании (полученном в результате применения аддитивных технологий) для инфраструктурных объектов Арктики. Инвестиционная привлекательность проектов создания типовых инфраструктурных модулей Арктической зоны (например, для установок малых атомных электростанций, СПГ-заводов, в целом модульного строительства) с использованием композитных материалов высокая: эксплуатационные расходы на композитное опорное основание минимум в два раза ниже, чем на стальное опорное основание.

Необходимы дальнейшие научные исследования по становлению и реализации нового технологического уклада в Арктике, которые позволят повысить эффективность хозяйственной деятельности корпоративных и бизнес-структур, а также государственной политики в Арктике.

**Список источников**

1. Славин С. В. Промышленное и транспортное освоение Севера СССР. М.: Экономиздат, 1961. 302 с.
2. Бурханов В. Ф. (отв. ред.). Современные проблемы освоения Севера СССР. М.: Изд. МГУ, 1970.
3. Космачев К. П. Пионерное освоение тайги (экономико-географические проблемы). Новосибирск: Наука, 1974. 144 с.
4. Географические проблемы районов нового освоения: тез. докл. Всесоюз. конф. / отв. ред. А. И. Чистобаев. Л.: ГО СССР, 1986. 172 с.
5. Сигалов М. Р., Плисецкий Е. Л. Хозяйственное освоение новых территорий // Изв. АН СССР. Сер. географ. 1987. № 3. С. 57–64.

<sup>18</sup> Аддитивное производство — процесс изготовления деталей, основанный на создании физического объекта по электронной геометрической модели путем послойного добавления материала.

## ИННОВАЦИИ И ПРОБЛЕМЫ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ СЕВЕРА И АРКТИКИ

6. Мосунов В. П., Никульников Ю. С., Сысоев А. А. Территориальные структуры районов нового освоения. Новосибирск: Наука, 1990. 153 с.
7. Агранат Г. А. Возможности и реальности освоения Севера: глобальные уроки. М.: ВИНТИ, 1992. 190 с.
8. Глазьев С. Ю. Теория долгосрочного технико-экономического развития. М.: Владар, 1993. 310 с.
9. Перес К. Технологические революции и финансовый капитал. Динамика пузырей и периодов процветания. М.: Дело, 2011. 232 с.
10. Perez Carlota. Structural Change and Assimilation of New Technologies in the Economic and Social Systems // *Futures*. 1983. October. P. 357–375.
11. Кондратьев Н. Д. Большие циклы конъюнктуры // Избранные произведения. М.: Экономика, 1993.
12. Комар И. В. Рациональное использование природных ресурсов и ресурсные циклы. М.: Наука, 1975. 210 с.
13. Пилясов А. Н. Арктическая диагностика: плох не метр — явление другое // Север и рынок: формирование экономического порядка. 2018. Т. 61, № 5. С. 35–56.
14. Булгаков С. Н. Философия хозяйства. М.: Наука, 1990. 413 с.
15. Управление инновационным развитием промышленности Арктической зоны Российской Федерации / под ред. В. А. Цукермана. Апатиты, 2019. 169 с.
16. Huskey Lee. Alaska's Economy: The First World War, Frontier Fragility, and Jack London // *The Northern Review*. April 2017. <https://doi.org/10.22584/nr44.2017.014>
17. Innis Harold and Mackintosh W. A. The Staple thesis. Canada. Ottawa, 1923.
18. Освоение Арктики 2.0. Продолжение традиций советских исследований / отв. ред. А. Н. Пилясов. М.: Красанд, 2022. 424 с.
19. Пилясов А. Н. Смелость хозяйственных решений и современное освоение российской Арктики // Арктика и Север. 2020. № 40 (1). С. 82–107.
20. Инновационные факторы в освоении арктического шельфа и проблемы импортозамещения / под ред. В. А. Цукермана. Апатиты, 2019. С. 62.
21. Srnicek N. Platform capitalism. London: John Wiley & Sons, 2016. 120 p.

## References

1. Slavin S. V. *Promyshlennoye i transportnoye osvoyeniye Severa SSSR* [Industrial and transport development of the North of the USSR]. Moscow, Ekonomizdat, 1961, 302 p. (In Russ.).
2. Burkhanov V. F. (ed.). *Sovremennyye problemy osvoyeniya Severa SSSR* [Contemporary problems of the development of the North of the USSR]. Moscow, Moscow State University Publ., 1970. (In Russ.).
3. Kosmachev K. P. *Pionernoye osvoyeniye taygi (ekonomiko-geograficheskiye problemy)* [Pioneer development of the taiga (economic and geographical problems)]. Novosibirsk, Nauka, 1974, 144 p. (In Russ.).
4. *Geograficheskiye problemy rayonov novogo osvoyeniya: tez. dokl. Vsesoyuz. konf.* [Geographical problems of areas of new development. Abstracts from All-Union conference]. Leningrad, Geographical Society, 1986, 172 p. (In Russ.).
5. Sigalov M. R., Plisetskii Ye. L. *Khozyaystvennoye osvoyeniye novykh territoriy* [Economic development of new territories]. *Izv. AN SSSR. Ser. geograf.* [Izv. Academy of Sciences of the USSR. Ser. Geographer.], 1987, no. 3, pp. 57–64. (In Russ.).
6. Mosunov V. P., Nikul'nikov Yu. S., Sysoyev A. A. *Territorial'nyye struktury rayonov novogo osvoyeniya* [Territorial structures of areas of new development]. Novosibirsk, Nauka, 1990, 153 p. (In Russ.).
7. Agranat G. A. *Vozmozhnosti i real'nosti osvoyeniya Severa: global'nyye uroki* [Opportunities and Realities of the Development of the North: Global Lessons]. Moscow, VINITI, 1992, 190 p. (In Russ.).
8. Glaz'yev S. Yu. *Teoriya dolgosrochnogo tekhniko-ekonomicheskogo razvitiya* [Theory of long-term technical and economic development]. Moscow, Vladar, 1993, 310 p. (In Russ.).
9. Perez K. *Tekhnologicheskie revolyucii i finansovyy kapital. Dinamika puzyrej i periodov procvetaniya* [Technological revolutions and financial capital. Dynamics of bubbles and periods of prosperity]. Moscow, Delo Publ., 2011, 232 p. (In Russ.).
10. Perez Carlota. Structural Change and Assimilation of New Technologies in the Economic and Social Systems. *Futures*, October 1983, pp. 357–375.
11. Kondrat'yev N. D. *Bol'shiye tsikly kon'yunktury. Izbrannyye proizvedeniya* [Large cycles of conjuncture. Selected works]. Moscow, Ekonomika Publ., 1993. (In Russ.).
12. Komar I. V. *Ratsional'noye ispol'zovaniye prirodnnykh resursov i resursnyye tsikly* [Rational use of natural resources and resource cycles]. Moscow, Nauka Puibl., 1975, 210 p. (In Russ.).
13. Pilyasov A. N. *Arkticheskaya diagnostika: plokh ne metr — yavleniye drugoye* [Arctic diagnostics: it is not the meter that is bad — the phenomenon is different]. *Sever i rynek: formirovaniye ekonomicheskogo poriyadka* [The North and the Market: the Formation of Economic Order], 2018, vol. 61, no. 5, pp. 35–56. (In Russ.).
14. Bulgakov S. N. *Filosofiya khozyaystva* [Philosophy of economy]. Moscow, Nauka Publ., 1990, 413 p. (In Russ.).

15. *Upravleniye innovatsionnym razvitiyem promyshlennosti Arkticheskoy zony Rossiyskoy Federatsii* [Management of innovative development of the industry of the Arctic zone of the Russian Federation]. Apatity, 2019, 169 p. (In Russ.).
16. Huskey Lee. Alaska's Economy: The First World War, Frontier Fragility, and Jack London. *The Northern Review*, April 2017. <https://doi.org/10.22584/nr44.2017.014>
17. Innis Harold and Mackintosh W. A. *The Staple thesis*. Canada, Ottawa, 1923.
18. *Osvoyeniye Arktiki 2.0. Prodolzheniye traditsiy sovetskikh issledovaniy* [Development of the Arctic 2.0. Continuation of the traditions of Soviet research]. Moscow, Krasand, 2022, 424 p. (In Russ.).
19. Pilyasov A. N. Smelost' khozyaystvennykh resheniy i sovremennoye osvoyeniye rossiyskoy Arktiki [Courage in economic decisions and modern development of the Russian Arctic]. *Arktika i Sever* [the Arctic and the North], 2020, no. 40 (1), pp. 82–107. (In Russ.).
20. *Innovatsionnyye faktory v osvoyenii arkticheskogo shel'fa i problemy importozameshcheniya* [Innovative factors in the development of the Arctic shelf and the problem of import substitution]. Apatity, 2019, 80 p.
21. Srnicek N. *Platform capitalism*. London, John Wiley & Sons, 2016. 120 p.

**Об авторах:**

А. Н. Пилясов — докт. географ. наук, проф., главный научный сотрудник;  
В. А. Цукерман — канд. техн. наук, доц., ведущий научный сотрудник.

**About the authors:**

A. N. Pilyasov — Doctor of Geographical Sciences, Professor, Chief Researcher;  
V. A. Tsukerman — PhD (Engineering), Associate Professor, Leading Researcher.

Статья поступила в редакцию 28 июня 2022 года.

Статья принята к публикации 26 августа 2022 года.

The article was submitted on June 28, 2022.

Accepted for publication on August 26, 2022.