

УДК 33

DOI: 10.34670/AR.2025.31.20.032

**Интеллектуальное алгоритмическое превосходство.
Социотехнические агенты: основные тренды развития
промышленности как один из примеров промышленности
Арктики**

Андреева Полина Александровна

Научный сотрудник,
Центральный экономико-математический институт РАН,
117218, Российская Федерация, Москва, Нахимовский проспект, 47;
Научный сотрудник,
Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова,
115054, Российская Федерация, Москва, Стремянный переулок, 36;
e-mail: polinka_spa@mail.ru

Аннотация

В статье рассматриваются теоретико-методологические основы формирования феномена интеллектуального алгоритмического превосходства в контексте цифровой трансформации промышленности. Показано, что развитие искусственного интеллекта и социотехнических систем радикально изменяет характер взаимодействия человека и алгоритма, формируя новые модели организации труда, управления и принятия решений. Особое внимание уделяется роли социотехнических агентов как ключевых элементов интеграции человеческого и машинного интеллекта в производственных экосистемах. Цель исследования — определить научно обоснованные подходы к формированию и реализации интеллектуального алгоритмического превосходства в промышленных социотехнических системах с учётом специфики арктических условий, ограниченных ресурсов и требований устойчивого развития. В работе выявлены основные тенденции цифровизации, автономизации и внедрения киберфизических систем, а также обозначены проблемы недостаточной интеграции интеллектуальных алгоритмов в условиях сложных и удалённых производственных сред. На примере промышленности Арктики раскрываются возможности применения интеллектуальных и автономных систем для повышения эффективности, безопасности и экологической устойчивости производства. Результаты исследования могут быть использованы при разработке стратегий цифровой трансформации промышленности и формировании национальных технологических приоритетов в арктическом регионе.

Для цитирования в научных исследованиях

Андреева П.А. Интеллектуальное алгоритмическое превосходство. Социотехнические агенты: основные тренды развития промышленности на примере промышленности Арктики // Экономика: вчера, сегодня, завтра. 2025. Том 15. № 7А. С. 311-324. DOI: 10.34670/AR.2025.31.20.032

Ключевые слова

Промышленность Арктики, экономические процессы, экономическая безопасность, социотехнические агенты, искусственный интеллект, промышленные кластеры, цифровая экономика, устойчивое развитие.

Введение

Современный этап технологического развития характеризуется стремительным ростом вычислительных мощностей, развитием искусственного интеллекта и распространением социотехнических систем, в которых взаимодействие человека и алгоритма становится ключевым фактором эффективности. Понятие интеллектуального алгоритмического превосходства отражает новую парадигму управления, при которой решения, основанные на интеллектуальных алгоритмах, способны существенно опережать традиционные методы анализа, планирования и производства.

Особую значимость данные процессы приобретают в контексте индустриальных трансформаций, происходящих под влиянием цифровизации, автономизации и внедрения киберфизических систем. Социотехнические агенты, объединяющие человеческий и машинный интеллект, формируют новые модели организации труда, взаимодействия и принятия решений, что требует переосмысления управленческих, этических и технологических подходов.

Одним из ярких примеров применения этих технологий является промышленное освоение Арктики, где экстремальные климатические условия, удалённость инфраструктуры и высокая стоимость человеческого участия стимулируют развитие автономных систем, роботизированных комплексов и интеллектуальных алгоритмов прогнозирования и оптимизации. Использование алгоритмического превосходства в арктической промышленности позволяет не только повысить безопасность и эффективность производственных процессов, но и сократить экологические риски, оптимизировать логистику и энергопотребление.

Таким образом, актуальность исследования определяется необходимостью комплексного анализа процессов формирования интеллектуального алгоритмического превосходства и роли социотехнических агентов в трансформации современной промышленности. Особенно важным представляется рассмотрение данных процессов на примере арктической промышленности как стратегически значимой отрасли, где инновационные технологии становятся неотъемлемым условием устойчивого развития и национальной безопасности.

Несмотря на стремительное развитие технологий искусственного интеллекта и внедрение цифровых решений в промышленность, остается недостаточно изученным вопрос интеграции интеллектуальных алгоритмов и социотехнических систем в условиях сложных, удалённых и экстремальных производственных сред, таких как Арктика. Существующие подходы к цифровой трансформации промышленности зачастую фокусируются на технических аспектах автоматизации, игнорируя взаимодействие человека и алгоритма как ключевой фактор эффективности и безопасности.

Проблема заключается в отсутствии целостной модели, описывающей механизмы формирования и реализации интеллектуального алгоритмического превосходства в промышленном контексте, где критически важны не только производственные показатели, но и устойчивость, адаптивность и этическая ответственность технологий.

Кроме того, в современной практике наблюдается разрыв между теоретическими

концепциями социотехнических агентов и их реальным применением в промышленных экосистемах, особенно в северных регионах. Это приводит к фрагментарному внедрению инноваций, недостаточной координации между цифровыми и человеческими компонентами производственных систем, а также к росту технологических рисков.

Таким образом, проблема, рассматриваемая в статье, заключается в поиске научно обоснованных подходов к формированию и использованию интеллектуального алгоритмического превосходства в рамках социотехнических систем промышленности, с учетом специфики арктических условий, ограниченных ресурсов и необходимости обеспечения устойчивого развития.

Активное развитие различных отраслей промышленности в Арктической зоне Российской Федерации

Сложившаяся мировая ситуация на рынке безусловно оказывает влияние на уровень цифровизации всех процессов, которые происходят как в мире, так и в России. С каждым годом усиливается санкционное давление на нашу страну, происходят процессы глобализации, переход нового технологического уклада, а также до сих пор ощущаются последствия Covid-19, что еще больше заставляет двигаться вперед и определяет вектор движения и развития.

Особое внимание в данном не простом положении требует промышленность, а точнее ее развитие, шаги, которые будут в ногу со временем, а порой опережая события мировых рынков. Как сказано в Указе О Стратегии экономической безопасности Российской Федерации на период до 2030 года необходима: «комплексная модернизация производственно-технологической базы отраслей реального сектора экономики с учетом требований промышленной и экологической безопасности». [Указ 208]

Становится просто необходимым применение нового, современного оборудования, которое соответствует актуальным мировым тенденциям и высоким стандартам, а также интеллектуально-коммуникационных технологий, которые благодаря применению нейросетей, искусственного интеллекта могут обрабатывать большие массивы данных.

Деятельность промышленности в арктических зонах обладает специфическими характеристиками, что делает актуальным исследование методов управления ее развитием. Это включает в себя внедрение инновационных технологий и применение новых подходов к экономическому анализу производственных систем.

Одним из ключевых направлений современного развития является глобализация и цифровизация экономики, которые тесно связаны с внедрением цифровых технологий в реальные экономические процессы. Развитие цифровой экономики и активное использование цифровых инструментов в различных отраслях оказывают значительное влияние на формирование новой модели инновационно-промышленного развития Арктического региона. Теоретические исследования и практический опыт как в России, так и за границей показывают, что повышение эффективности экономики и промышленности в Арктике связано с созданием высокотехнологичных производств и инновационно активных промышленных кластеров. Однако на сегодняшний день существует недостаток комплексных исследований, касающихся тенденций развития цифровой экономики, факторов кластеризации в промышленности и оценки цифрового потенциала промышленных и инновационно активных кластеров, включая те, что находятся в Арктике.

В Арктической зоне Российской Федерации активно развиваются различные отрасли

промышленности, однако они сталкиваются с особыми вызовами, обусловленными суровыми климатическими условиями и низкой плотностью населения. Информация о состоянии промышленности в этом регионе охватывает такие направления, как добывающая, обрабатывающая, транспортная и энергетическая сферы. [Чичканов и др., 2020,]

В добывающей промышленности по состоянию на конец 2023 года в арктических регионах выявлено более 700 месторождений нефти и газа, а также запасы цветных и драгоценных металлов, включая более 350 месторождений золота. В АЗРФ производится 83% природного газа и 17% нефти от общего объёма в России. К примеру, свыше 80% газа добывается на северных территориях, где Ямало-Ненецкий автономный округ занимает лидирующие позиции. В сфере нефтедобычи «Газпром нефть» реализует проект Новопортовского месторождения нефти и конденсата, а также осуществляет подводную добычу на Приразломном месторождении в Печорском море.

В обрабатывающей промышленности согласно данным за январь-март 2024 года, темпы роста промышленного производства в АЗРФ варьируются в зависимости от региона. Например, наблюдается рост в Архангельской области, Республике Саха и Чукотском автономном округе, в то время как в Карелии, Ненецком автономном округе и Красноярском крае фиксируется снижение.

По транспортной инфраструктуре, транспортное обеспечение региона остается на низком уровне из-за особенностей географического положения, суровых климатических условий и малой плотности населения. Инфраструктура также неоднородна: на западе Арктики развита сеть железных дорог и автомобильных трасс, тогда как на востоке в основном имеются короткие тупиковые железнодорожные линии и дороги низкого качества.

В энергетике большинство населённых пунктов за Северным полярным кругом получает электроэнергию от дизельных электростанций, что делает их зависимыми от сезонных поставок дизельного топлива и приводит к высоким затратам на генерацию. В то же время, например в Мурманской области реализуются проекты в области возобновляемой энергетики; например, построена крупнейшая ветряная электростанция за полярным кругом — Кольская ВЭС.

В Арктической зоне Российской Федерации наблюдается активное развитие разнообразных отраслей промышленности, однако их функционирование сопряжено с уникальными вызовами, обусловленными экстремальными климатическими условиями и низкой плотностью населения. Анализ состояния промышленного сектора в данном регионе охватывает такие ключевые направления, как добывающая, обрабатывающая, транспортная и энергетическая сферы.

Интеллектуальное алгоритмическое превосходство

Социотехнические агенты: Теоретические основы и их применение в промышленной сфере представляют собой сложные системы, которые сочетают в себе элементы искусственного интеллекта и человеческого управления, направленные на оптимизацию процессов в различных отраслях, включая промышленность. Эти агенты функционируют на основе математических моделей и алгоритмов, которые способны анализировать данные, принимать решения и выполнять поставленные задачи в определённых условиях. Однако ключевым аспектом их функционирования является взаимодействие с человеком, который формулирует цели и управляет процессами, что обеспечивает необходимую гибкость и адаптивность системы.

В контексте развития промышленности, особенно в таких специфических регионах, как Арктика, социотехнические агенты играют важную роль в реализации концепции цифровой

экономики. Условия технологизации и роботизации промышленности, включение искусственного интеллекта и нейросетей обусловили необходимость научно-теоретического обоснования и формирования цифрового инструментария, ориентированного на идентификацию взаимосвязи между технологиями, социальными и экономическими процессами, производством и управлением. [Брынцев, Левина, 2025, 100] Сотрудники лаборатории цифровой экономики ЦЭМИ РАН активно разрабатывают социоориентированные модели и агенты, которые позволяют интегрировать современные информационные технологии в производственные процессы. Это включает использование гаджетов и других цифровых инструментов для мониторинга выполнения заданий и принятия решений на основе анализа больших данных.

Человеческий фактор занимает центральное место в системе социотехнических агентов, выполняя функции стратегического управления. Человек не только устанавливает задачи, но и контролирует выполнение процессов, используя модели интеллектуального анализа. Это позволяет ему эффективно реагировать на изменения в условиях эксплуатации и адаптировать стратегии в соответствии с возникающими вызовами. Важно подчеркнуть, что интеграция социотехнических агентов в производственные процессы способствует повышению качества принимаемых решений и общей эффективности.

Одним из примеров применения социотехнических агентов является развитие промышленности в Арктической зоне Российской Федерации. В условиях экстремального климата и ограниченной инфраструктуры критически важно использовать передовые технологии для оптимизации добычи полезных ископаемых, транспортировки и переработки ресурсов. Социотехнические агенты могут анализировать данные о состоянии оборудования, прогнозировать потребности в ресурсах и предлагать оптимальные решения для повышения эффективности производственных процессов.

Научные исследования и разработки в области цифровой экономики активно работают над созданием этих концепций, что позволяет формировать инновационные подходы к устойчивому развитию арктической промышленности. Внедрение социоориентированных моделей и агентов открывает новые возможности для интеграции технологий в производственные процессы, обеспечивая более высокий уровень автоматизации и управления. [Брынцев и др, 2024, 198]

Таким образом, социотехнические агенты представляют собой важный элемент современного промышленного ландшафта, обеспечивая синергию между алгоритмическими системами и человеческим управлением. Их развитие в рамках научных исследований подчеркивает значимость этих технологий для будущего промышленности в сложных условиях, таких как Арктика.

Тенденции развития промышленности в Арктике Российской Федерации

Тенденции развития промышленности в Арктике Российской Федерации определяются комплексом факторов, связанных с освоением природных ресурсов, совершенствованием логистических систем, переработкой отходов и внедрением информационных технологий. Эти аспекты охватывают широкий спектр отраслей, включая геологоразведку, добычу полезных ископаемых, транспортировку, переработку ресурсов и цифровизацию производственных процессов.

В контексте освоения арктических месторождений наблюдается активизация проектов,

направленных на увеличение объемов извлечения углеводородов и других полезных ископаемых. Крупные корпорации сосредоточены на разработке шельфовых месторождений, что требует применения передовых технологий автоматизации и роботизации, учитывающих экстремальные климатические условия региона. В частности, внедрение автономных систем добычи позволяет минимизировать необходимость в постоянном человеческом присутствии, что снижает риски и повышает безопасность. программа помогает проводить прогнозные расчёты. [Программа ArcticXpert]

Рассматривая тенденции развития промышленности, особенно в контексте внедрения интеллектуальных алгоритмических систем и социотехнических агентов, важно подчеркнуть, что данные процессы оказывают прямое влияние на экономические показатели регионов. Одним из ключевых индикаторов эффективности промышленного развития выступает оборот организаций, который позволяет оценить масштабы и динамику производственно-экономической активности.

Наглядный анализ в табл.1 и рис.1 2 показывает данные по обороту организаций (без субъектов малого предпринимательства), отражающие текущие тенденции в промышленном секторе, в том числе на примере арктических регионов.



Рисунок 1 – Оборот. организаций в Арктической зоне Российской Федерации, тыс. руб [данные Росстата РФ]

На рисунке представлена динамика оборота организаций в Арктической зоне Российской Федерации, что наглядно демонстрирует тенденции роста и сезонные колебания экономической активности в регионе. Графическое представление позволяет быстро оценить общие направления изменения оборота, выявить периоды ускоренного или замедленного роста, а также сравнить показатели между различными годами.

Для более детального и количественного анализа этих тенденций целесообразно обратиться к табличным данным, которые содержат конкретные значения оборота организаций по годам. Это позволяет проводить точные расчёты, сравнения и делать выводы на основе числовых показателей.

Таблица 1 - Оборот организаций (по организациям без субъектов малого предпринимательства), млрд. рублей [данные Росстата РФ]

	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.	2024 г.
Арктическая зона РФ	4,8	5570,8	6919,0	5775,8	7602,9	11116,9	12790,4	13109,5	14564,2
<i>Справочно: РФ</i>	112002,3	122213,7	144029,8	149854,1	154269,8	206456,5	226772,5	250666,9	292239,8

Существенное внимание уделяется также экологической устойчивости производственной деятельности. Модернизация оборудования и оптимизация технологических процессов вблизи промышленных объектов способствуют уменьшению негативного воздействия на окружающую среду. Внедрение технологий замкнутого цикла производства и использование альтернативных источников энергии становятся важными элементами стратегии устойчивого развития.

В то же время успешное развитие промышленности в Арктическом регионе невозможно без эффективной транспортной инфраструктуры, обеспечивающей стабильное снабжение ресурсов и реализацию продукции. В этом контексте Северный морской путь (СМП) приобретает статус ключевого транспортного коридора, способствующего интеграции арктического региона в глобальные логистические цепочки. Создание опорных транзитных узлов и развитие береговой инфраструктуры, включая порты и ремонтные базы, является необходимым условием для обеспечения эффективной транспортировки грузов. «Согласно паспорту проекта: «Развитие СМП», полноценная ИИ-экосистема должна быть создана к 2035 году. Платформа включает 34 цифровых сервиса – от управления мореплаванием до мониторинга экологической обстановки. Например, ИИ может построить маршрут судна по Северному морскому пути за 5-7 минут – ранее это занимало часы. [IT Russia] Интеграция различных видов транспорта через создание интермодальных хабов позволяет оптимизировать процессы консолидации и распределения, что существенно повышает общую эффективность логистических операций.

Развитие логистической инфраструктуры и активное использование потенциала Северного морского пути создают новые возможности для промышленного роста и международного сотрудничества в Арктическом регионе. Совершенствование транспортных коридоров, внедрение интеллектуальных систем управления логистическими потоками и повышение энергоэффективности судоходства способствуют формированию устойчивой модели северной экономики.

Однако дальнейшее развитие промышленности Арктики невозможно без внедрения высокотехнологичных решений, среди которых особое место занимают нанотехнологии. Их использование обеспечивает повышение качества производственных процессов, снижение издержек и адаптацию предприятий к суровым природным условиям.

В целях анализа экономического эффекта от внедрения нанотехнологий в промышленность рассмотрим статистические данные, отражающие объем отгруженных товаров, выполненных работ и оказанных услуг, связанных с нанотехнологиями, за период с 2016 по 2024 годы по организациям, не относящимся к субъектам малого предпринимательства.

Таблица 2 – Отгружено товаров, выполнено работ и услуг, связанных с нанотехнологиями с 2016 по 2024 гг (по организациям без субъектов малого предпринимательства), млрд. рублей [данные Росстата РФ]

	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.	2024 г.
Арктическая зона РФ				0,1					

	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.	2024 г.
<i>Справочно: РФ</i>	934,0	1218,5	1555,4	1535,0	1434,0	2028,3	2001,4	1917,6	3019,3

Совершенствование технологий глубокой переработки отходов и извлечение вторичных ресурсов из уже эксплуатируемых месторождений представляют собой приоритетные направления для повышения ресурсной эффективности. Например, разработка методов извлечения редких элементов из отходов горнометаллургического производства способствует оптимизации использования имеющихся ресурсов и снижению экологического следа.

Создание мобильных станций для переработки различных видов отходов отвечает вызовам, связанным с логистикой в условиях вечной мерзлоты, обеспечивая более эффективное управление отходами и минимизацию их негативного воздействия на экосистему.

Такие технологические решения не только способствуют экологической устойчивости арктических территорий, но и формируют новые производственные цепочки, основанные на принципах замкнутого цикла и рационального использования ресурсов.

В этой связи особую роль приобретает деятельность организаций, осуществляющих переработку давальческого сырья, что позволяет предприятиям эффективно использовать вторичные ресурсы, снижать затраты на производство и минимизировать экологический след.

Для более детального анализа масштабов и экономической значимости данного направления представим статистические данные о стоимости переработанного давальческого сырья (материалов) по организациям (без субъектов малого предпринимательства).

**Таблица 3 - Стоимость переработанного давальческого сырья (материалов)
(по организациям без субъектов малого предпринимательства), млрд. руб.
[данные Росстата РФ]**

	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.	2024 г.
Арктическая зона РФ	185,3	278,4	276,4	357,8	320,9	395,5	746,9	520,1	887,4
<i>Справочно: РФ</i>	5641,9	6279,9	7902,3	7824,6	8320,7	11150,3	11543,3	11983,4	15911,0

Внедрение специализированных цифровых решений для работы в экстремальных условиях является важным направлением развития. Разработка программного обеспечения для мониторинга состояния инфраструктуры (таких как мосты, дороги и буровые установки) и проведения геотехнических исследований (например, анализа устойчивости грунтов и контроля за состоянием мерзлоты) позволяет повысить безопасность и эффективность эксплуатации объектов.

Зарубежные авторы анализируют роль искусственного интеллекта в освоении Арктики, подчеркивая, что алгоритмические системы могут стать инструментом повышения эффективности и устойчивости арктических проектов. Отмечаются этические и управленческие вызовы внедрения ИИ в экстремальные условия. [Лин, 2019. 202]

Использование искусственного интеллекта (ИИ) для прогнозирования содержания полезных ископаемых и проектирования сложных инженерных объектов открывает новые горизонты для оптимизации производственных процессов. Разработка цифровых двойников как отдельных промышленных объектов, так и производственных систем в целом способствует более глубокому пониманию динамики процессов и управлению ими.

Интеграция интеллектуальных технологий и концепции цифровых двойников становится

основой формирования инновационно ориентированной промышленности, где ключевым фактором конкурентоспособности выступает способность предприятий к постоянному технологическому обновлению и внедрению новых решений.

Рост объемов инновационной продукции отражает уровень технологической зрелости организаций и степень вовлеченности промышленного сектора в процессы цифровой трансформации.

Для оценки масштабов инновационной активности представим данные об объеме отгруженной инновационной продукции по организациям, не относящимся к субъектам малого предпринимательства.

Таблица 4 - Объем отгруженной инновационной продукции (по организациям без субъектов малого предпринимательства), млрд. рублей [данные Росстата РФ]

	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.	2024 г.
Арктическая зона РФ	16,9	109,9	50,8	13,1	57,5	36,4	15,5	168,4	74,9
<i>Справочно: РФ</i>	2262,1	2717,4	3090,1	2821,1	2732,6	3077,8	3085,6	4043,3	4849,7

Таким образом, интеграция современных технологий и подходов в различных секторах промышленности Арктики [Беляевская и др., 2020, 202] создает предпосылки для устойчивого развития региона и рационального использования его природных ресурсов, что является критически важным в условиях глобальных климатических изменений и растущей необходимости в ресурсах.

Основные тренды развития промышленности в Арктике: между освоением и сохранением

Развитие промышленности в Арктической зоне Российской Федерации (АЗРФ) в последние годы приобретает стратегическое значение, отражая как экономические, так и геополитические приоритеты государства. Арктика рассматривается не только как источник богатейших природных ресурсов, но и как ключевая территория для формирования новых технологических и инфраструктурных решений, соответствующих вызовам XXI века.

К основным тенденциям развития промышленности Арктики можно отнести следующие направления:

- Цифровизация и интеллектуализация производственных процессов. На фоне усложнения технологических и природных условий активно внедряются цифровые двойники промышленных объектов, системы предиктивной аналитики и алгоритмы искусственного интеллекта для управления добычей, транспортировкой и переработкой ресурсов. Это позволяет повысить точность прогнозирования, минимизировать аварийные риски и сократить издержки при эксплуатации инфраструктуры.
- Рост роли социотехнических систем и автономных технологий.
- Арктические условия стимулируют использование беспилотных летательных аппаратов, автономных морских платформ, подводных роботов и дистанционно управляемых комплексов. Их функционирование требует создания устойчивых социотехнических

систем, обеспечивающих взаимодействие человека, алгоритма и техники в едином информационном контуре. [Брынцев, 2023, 150]

- Развитие энергетической и транспортной инфраструктуры. Ведётся активное строительство и модернизация портов, ледокольного флота, трубопроводов, энергетических узлов и логистических коридоров (в частности, Северного морского пути). Применение интеллектуальных систем управления транспортными потоками становится важнейшим условием стабильности арктической промышленности.
- Экологизация и устойчивое развитие. Согласно Указу «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации»: «кардинальное снижение уровня загрязнения атмосферного воздуха в крупных промышленных центрах, в том числе уменьшение не менее чем на 20 процентов совокупного объема выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух в наиболее загрязненных городах» [Указ 204] Усиление экологических требований к промышленным проектам приводит к внедрению технологий «зелёной» энергетики, улавливания углерода, мониторинга состояния окружающей среды с использованием спутниковых и сенсорных систем. Цифровые решения позволяют оперативно оценивать воздействие на экосистемы и предотвращать экологические угрозы.
- Межотраслевое взаимодействие и формирование инновационных кластеров. В Арктике формируются промышленные кластеры, объединяющие добывающие, перерабатывающие, логистические и исследовательские структуры. [Андреева П.А., 2024, 52] Их развитие сопровождается активным внедрением интеллектуальных алгоритмов планирования и оптимизации производственных цепочек.
- Импортозамещение и технологический суверенитет. В условиях международных ограничений усиливается ориентация на создание отечественных технологий, программных решений и оборудования для эксплуатации арктических ресурсов. Это стимулирует развитие научных центров и инженерных школ, работающих в сфере искусственного интеллекта, робототехники и киберфизических систем.

Таким образом, современные тенденции развития промышленности Арктики России определяются интеграцией интеллектуальных и алгоритмических технологий, усилением роли социотехнических агентов и переходом к устойчивым и автономным производственным моделям. Эти процессы не только повышают эффективность освоения Арктики, но и формируют новый технологический уклад, основанный на взаимодействии человека и искусственного интеллекта.

Арктика, регион, богатый природными ресурсами и стратегически важный для мирового сообщества, переживает период активного промышленного развития. Однако, освоение арктических территорий сопряжено с серьезными вызовами, связанными с суровым климатом, хрупкой экосистемой и необходимостью учитывать интересы коренных народов. В статье рассмотрим основные тренды развития промышленности в Арктике, акцентируя внимание на балансе между экономическим ростом и экологической устойчивостью.

Развитие промышленности в Арктике сопряжено с рядом серьезных вызовов, включая суровый климат, хрупкую экосистему, удаленность и труднодоступность территорий, а также необходимость учитывать интересы коренных народов. Однако, преодоление этих вызовов открывает широкие перспективы для экономического роста, развития технологий и улучшения качества жизни населения.

Для обеспечения устойчивого развития промышленности в Арктике необходимо:

- Сочетать экономический рост с экологической безопасностью и социальной ответственностью.
- Внедрять инновационные технологии и применять наилучшие доступные технологии.
- Учитывать интересы коренных народов и обеспечивать их участие в принятии решений.
- Развивать международное сотрудничество и обмениваться опытом.

Только при соблюдении этих условий можно обеспечить устойчивое развитие промышленности в Арктике и сохранить ее уникальную природу для будущих поколений.

Заключение

Проведённое исследование позволило комплексно рассмотреть феномен интеллектуального алгоритмического превосходства как основу новой парадигмы управления промышленными системами в эпоху цифровой трансформации. Показано, что развитие искусственного интеллекта, киберфизических систем и социотехнических агентов определяет вектор технологической эволюции, ориентированной на синергию человеческого и машинного интеллекта.

Результаты анализа подтверждают, что эффективная реализация интеллектуальных алгоритмов в промышленности требует не только совершенствования технических решений, но и создания организационно-управленческих и этических механизмов, обеспечивающих баланс между автономностью технологий и ответственностью человека за принимаемые решения. Именно такое взаимодействие формирует основу устойчивого технологического развития.

Особое значение исследуемые процессы приобретают в условиях Арктики, где сочетание экстремальных климатических факторов, удалённости и ограниченности ресурсов делает применение интеллектуальных и автономных систем неотъемлемым условием безопасного и эффективного функционирования промышленной инфраструктуры. Пример арктической промышленности демонстрирует, что использование интеллектуального алгоритмического превосходства способствует оптимизации производственных процессов, повышению энергоэффективности и минимизации экологических рисков.

Таким образом, интеллектуальное алгоритмическое превосходство следует рассматривать как стратегический ресурс развития современной промышленности, обеспечивающий технологический суверенитет и конкурентоспособность России на глобальном уровне. Перспективными направлениями дальнейших исследований являются разработка моделей адаптивного взаимодействия человека и искусственного интеллекта, создание этико-технологических стандартов применения социотехнических систем, а также формирование комплексных методик оценки эффективности интеллектуальных алгоритмов в условиях высоких рисков и неопределённости.

С точки зрения рекомендаций по практическому применению результатов исследования то можно назвать несколько самых приоритетных.

- 1) В области стратегического планирования и управления промышленными предприятиями рекомендуется использовать концепцию интеллектуального алгоритмического превосходства при разработке цифровых стратегий, программ модернизации и технологического обновления производственных комплексов, особенно в условиях территориальной удалённости и ограниченных ресурсов, характерных для Арктического региона.
- 2) При проектировании и внедрении социотехнических систем следует уделять особое внимание разработке моделей взаимодействия человека и искусственного интеллекта,

основанных на принципах адаптивности, прозрачности алгоритмических решений и технологической ответственности. Это позволит повысить доверие к интеллектуальным системам и снизить риски их некорректного применения.

- 3) Для повышения эффективности и безопасности арктических промышленных проектов целесообразно внедрять интеллектуальные системы мониторинга, прогнозирования и оптимизации производственных процессов, включая технологии цифровых двойников, предиктивной аналитики и автономного управления.
- 4) В сфере нормативно-правового и этического регулирования рекомендуется разработать стандарты и методические основы оценки эффективности и надёжности социотехнических агентов, а также механизмы сертификации алгоритмических решений, используемых в критически важных промышленных процессах.
- 5) В образовательной и кадровой политике следует обеспечить подготовку специалистов нового типа — инженеров, аналитиков и управленцев, способных работать в интегрированной среде человек–машина и разрабатывать интеллектуальные решения для промышленных систем высокой сложности.
- 6) Для государственной промышленной политики и регионального развития результаты исследования могут быть использованы при формировании программ цифровой трансформации Арктической зоны Российской Федерации, создании технологических платформ и исследовательских центров по развитию интеллектуальных производственных систем и киберфизических комплексов.

Библиография

1. Указ Президента РФ от 13 мая 2017 г. № 208 “О Стратегии экономической безопасности Российской Федерации на период до 2030 года”. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71572608/> (дата обращения: 11.10.2025).
2. Указ Президента РФ от 7 мая 2018 г. № 204 “О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года”. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71837200/> (дата обращения: 11.10.2025).
3. Андреева П.А. Системный подход к проблемам и задачам развития отраслевых комплексов в арктическом регионе: аспекты региональной экономики. Научные исследования и разработки. Экономика. 2024. Т. 12. № 6. С. 65-70.
4. Беляевская-Плотник Л.А., Артамонова Л.С., Андреева П.А. Меры поддержки малого и среднего бизнеса в Арктике как фактор обеспечения экономической безопасности макрорегиона. Научное обозрение. Серия 1: Экономика и право. 2020. № 1-2. С. 198-213.
5. Брынцев А.Н., Левина Е.В. Парадоксы цифровой экономики: промышленность и корпоративные ресурсы. — М.: Русайнс, 2024. — 198 с.
6. Брынцев А.Н., Левина Е.В. Платформенно-сетевая экономика: особенности становления в России // Менеджмент и бизнес-администрирование. — 2023. — № 3. — С. 14–161.
7. Левина, Е. В. Тенденции роботизации промышленных предприятий России / Е. В. Левина // Экономика, предпринимательство и право. – 2025.
8. Лин, П., Аллофф, Ф. Arctic 2.0: How Artificial Intelligence Can Help Develop a Frontier // Ethics & International Affairs. 2019. Vol. 33, №2. P. 193-205.
9. Программа ArcticXpert рассчитает устойчивость фундаментов в Арктике. [электронный ресурс] URL: <https://ru.arctic.ru/infrastructure/20220412/1000547.html> (дата обращения: 15.10.2025).
10. Питухина, М.А., Белых, А.Д. Artificial Intelligence Technologies in the Russian Arctic: The Case of the Murmansk Oblast // Arctic and North. 2023. №52
11. Росстат – Оборот организаций в Арктике [электронный ресурс] URL: <https://rosstat.gov.ru/search?q=Оборот+организаций+в+Арктике> (дата обращения: 15.10.2025)
12. Росстат – Отгружено товаров, выполнено работ и услуг, связанных с нанотехнологиями в Арктике [электронный ресурс] URL: <https://rosstat.gov.ru/monitoring> (дата обращения: 15.10.2025)
13. Росстат – Стоимость переработанного давальческого сырья (материалов), тыс. рублей [электронный ресурс] URL: <https://rosstat.gov.ru/monitoring> (дата обращения: 15.10.2025)

14. Росстат – Объем отгруженной инновационной продукции [электронный ресурс] URL: <https://rosstat.gov.ru/monitoring> (дата обращения: 15.10.2025)
15. Чичканов В.П., Беляевская-Плотник Л.А., Андреева П.А. Арктические регионы сегодня: риски развития и потенциал возможностей. Проблемы рыночной экономики. 2020. № 4. С. 7-22.
16. «Russia Is Turning the Arctic Into a Digital Testbed» // IT Russia. 2025, 5 Aug. URL: <https://itrussia.media/article/russia-is-turning-the-arctic-into-a-digital-testb-05-08-2025> (дата обращения: 12.11.2025)

Intellectual Algorithmic Superiority. Sociotechnical Agents: Main Industry Development Trends with the Example of Arctic Industry

Polina A. Andreeva

Research Fellow,
Central Economics and Mathematics
Institute of the Russian Academy of Sciences,
117218, 47 Nakhimovsky ave., Moscow, Russian Federation;
Research Fellow,
Plekhanov Russian University of Economics,
115054, 36 Stremyanny Lane, Moscow, Russian Federation;
e-mail: polinka_spa@mail.ru

Abstract

The article examines the theoretical and methodological foundations of the formation of the phenomenon of intellectual algorithmic superiority in the context of digital transformation of industry. It is shown that the development of artificial intelligence and sociotechnical systems radically changes the nature of human-algorithm interaction, forming new models of labor organization, management and decision-making. Special attention is paid to the role of sociotechnical agents as key elements of integrating human and machine intelligence in production ecosystems. The research aims to define scientifically based approaches to the formation and implementation of intellectual algorithmic superiority in industrial sociotechnical systems, taking into account the specifics of Arctic conditions, limited resources and sustainable development requirements. The work identifies the main trends of digitalization, autonomization and implementation of cyber-physical systems, as well as outlines the problems of insufficient integration of intelligent algorithms in complex and remote production environments. Using the example of Arctic industry, the possibilities of applying intelligent and autonomous systems to improve production efficiency, safety and environmental sustainability are revealed. The research results can be used in developing strategies for digital transformation of industry and forming national technological priorities in the Arctic region.

For citation

Andreeva P.A. (2025) Intellekтуал'noye algoritmicheskoye prevoskhodstvo. Sotsiotekhnicheskiye agenty: osnovnyye trendy razvitiya promyshlennosti na primere promyshlennosti Arktiki [Intellectual Algorithmic Superiority. Sociotechnical Agents: Main Industry Development Trends with the Example of Arctic Industry]. *Ekonomika: vchera, segodnya, zavtra* [Economics: Yesterday, Today and Tomorrow], 15 (7A), pp. 311-324. DOI: 10.34670/AR.2025.31.20.032

Keywords

Arctic industry, economic processes, economic security, sociotechnical agents, artificial intelligence, industrial clusters, digital economy, sustainable development.

References

1. Decree of the President of the Russian Federation of May 13, 2017 No. 208 "On the Strategy for Economic Security of the Russian Federation through 2030". URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71572608/> (date of access: 11 October 2025).
2. Decree of the President of the Russian Federation of May 7, 2018 No. 204 "On national goals and strategic objectives for the development of the Russian Federation through 2024". URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71837200/> (date of access: 11 October 2025).
3. Andreeva P.A. A systems approach to the problems and tasks of developing industrial complexes in the Arctic region: aspects of the regional economy. Research and Development. Economy. 2024. Vol. 12. No. 6. Pp. 65-70.
4. Belyaevskaya-Plotnik L.A., Artamonova L.S., Andreeva P.A. Support measures for small and medium businesses in the Arctic as a factor in ensuring the economic security of the macroregion. Scientific Review. Series 1: Economics and Law. 2020. No. 1-2. Pp. 198-213.
5. Bryntsev A.N., Levina E.V. Paradoxes of the digital economy: industry and corporate resources. Moscow: Rusains, 2024. - 198 p.
6. Bryntsev A.N., Levina E.V. Platform-network economy: features of formation in Russia // Management and business administration. — 2023. — No. 3. — P. 14–161.
7. Levina, E. V. Trends in Robotization of Industrial Enterprises in Russia / E. V. Levina // Economy, Entrepreneurship, and Law. – 2025.
8. Lin, P., Alloff, F. Arctic 2.0: How Artificial Intelligence Can Help Develop a Frontier // Ethics & International Affairs. 2019. Vol. 33, No. 2. P. 193–205.
9. ArcticXpert Program Will Calculate Foundation Stability in the Arctic. [Electronic resource] URL: <https://ru.arctic.ru/infrastructure/20220412/1000547.html> (accessed: 15.10.2025).
10. Pitukhina, M. A., Belykh, A. D. Artificial Intelligence Technologies in the Russian Arctic: The Case of the Murmansk Oblast // Arctic and North. 2023. No. 52
11. Rosstat – Turnover of organizations in the Arctic [electronic resource] URL: <https://rosstat.gov.ru/search?q=Оборот+организации+в+Арктики> (date of access: 15.10.2025)
12. Rosstat – Shipped goods, performed works and services related to nanotechnology in the Arctic [electronic resource] URL: <https://rosstat.gov.ru/monitoring> (date of access: 15.10.2025)
13. Rosstat – Cost of processed customer-supplied raw materials (materials), thousand rubles [electronic resource] URL: <https://rosstat.gov.ru/monitoring> (date of access: 15.10.2025)
14. Rosstat – Volume of shipped innovative products [electronic resource] URL: <https://rosstat.gov.ru/monitoring> (date Accessed: 15.10.2025)
15. Chichkanov, V.P., Belyaevskaya-Plotnik, L.A., Andreeva, P.A. Arctic Regions Today: Development Risks and Potential Opportunities. Problems of Market Economy. 2020. No. 4. pp. 7-22.
16. "Russia Is Turning the Arctic Into a Digital Testbed" // IT Russia. 2025, 5 August. URL: <https://itrussia.media/article/russia-is-turning-the-arctic-into-a-digital-testb-05-08-2025> (Accessed: 12.11.2025)