

# **Интеллектуальные технологии в рациональном природопользовании в Арктике: новые горизонты устойчивого развития**

## **Intelligent technologies in rational use of natural resources in the Arctic: new horizons for sustainable development**

### **Лебедько М.А.**

Студентка 3 курса, направление публичная политика и государственные стратегии Института общественных наук, ФГБОУ ВО «Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации», г. Москва  
e-mail: margaritalebedko3581@gmail.com

### **Lebedko M.A.**

3rd year Student, Majoring in Public Policy and State Strategies, Institute of Social Sciences, Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration, Moscow  
e-mail: margaritalebedko3581@gmail.com

### **Воротников А.М.**

Канд. хим. наук, доцент кафедры государственного управления и публичной политики Института общественных наук, ФГБОУ ВО «Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации», координатор экспертного совета, Экспертный центр «Проектный офис развития Арктики» (ЭЦ ПОРА), г. Москва  
e-mail: vdep14@yandex.ru

### **Vorotnikov A.M.**

Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor of the Department of Public Administration and Public Policy of the Institute of Social Sciences, Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration, Coordinator of the Expert Council, Expert Center Project Office for Arctic Development (EC PORA), Moscow  
e-mail: vdep14@yandex.ru

### **Аннотация**

В условиях стремительных климатических изменений и расширяющейся индустриализации Арктической зоны Российской Федерации вопросы рационального природопользования приобретают первостепенное значение. Арктика — уникальный регион, где глобальные экологические вызовы, такие как ускоренное таяние многолетней мерзлоты, потеря биоразнообразия, изменение структуры экосистем и истощение природных ресурсов, требуют особого подхода к управлению. Традиционные методы природопользования оказываются недостаточно эффективными перед лицом новых угроз, что подчеркивает необходимость внедрения интеллектуальных технологий.

**Ключевые слова:** искусственный интеллект, реагирование на катастрофы, мониторинг, раннее предупреждение, гуманитарная логистика, устойчивое развитие.

### **Abstract**

In the context of rapid climate change and expanding industrialization of the Arctic zone of the Russian Federation, issues of rational nature management are becoming of paramount

importance. The Arctic is a unique region where global environmental challenges such as accelerated melting of permafrost, loss of biodiversity, changes in the structure of ecosystems and depletion of natural resources require a special approach to management. Traditional methods of nature management are proving ineffective in the face of new threats, which emphasizes the need to introduce intelligent technologies.

**Keywords:** artificial intelligence, disaster response, monitoring, early warning, humanitarian logistics, sustainable development.

## Введение

Арктическая зона Российской Федерации (АЗРФ) занимает стратегически важное место в мировой экосистеме и экономике. Этот регион богат природными ресурсами, включая углеводороды, редкоземельные элементы и пресную воду, но одновременно сталкивается с острыми экологическими вызовами. Ускоряющиеся климатические изменения, развитие промышленной деятельности и рост антропогенной нагрузки требуют новых подходов к управлению природными богатствами Арктики. Традиционные методы регулирования природопользования оказываются недостаточно эффективными в условиях динамичных изменений окружающей среды, что обуславливает необходимость внедрения интеллектуальных технологий.

Глобальные экологические вызовы в Арктике: ускоренное таяние вечной мерзлоты, утрата биоразнообразия, изменение структуры экосистем.

Арктический регион испытывает одни из самых значительных климатических трансформаций на планете. Среднегодовые температуры повышаются, что приводит к таянию многолетней мерзлоты и, как следствие, изменению гидрологических режимов, деградации почв и высвобождению парниковых газов. Утрата биоразнообразия, вызванная изменением условий обитания и техногенным воздействием, ведёт к дисбалансу экосистем. Кроме того, увеличение объёмов промышленной добычи и транспортировки ресурсов оказывает дополнительную нагрузку на регион, требующую применения высокоточных инструментов мониторинга и управления [1].

Роль интеллектуальных технологий в адаптации региона к экологическим и экономическим вызовам.

Внедрение интеллектуальных технологий — ключевой фактор повышения эффективности природопользования в Арктике. Спутниковые и сенсорные системы мониторинга позволяют в режиме реального времени отслеживать изменения ледового покрова, состояние экосистем и уровень выбросов вредных веществ. Искусственный интеллект и большие данные помогают прогнозировать экологические процессы и предлагать адаптационные меры, а автоматизированные платформы управления ресурсами способствуют снижению техногенной нагрузки на природу. Таким образом, цифровизация становится важнейшим инструментом устойчивого развития АЗРФ.

## I. Применение интеллектуальных технологий в природопользовании АЗРФ

### 1) Мониторинг и прогнозирование изменений арктической экосистемы.

Арктический регион переживает глубокие климатические трансформации, что требует непрерывного контроля над его экосистемами. Для этого применяются следующие технологии:

- спутниковые и сенсорные технологии для наблюдения за льдами, биоразнообразием, динамикой мерзлоты;
- современные спутниковые системы, такие как «Метеор-М» и «Ресурс-П», совместно с наземными IoT-сенсорами, позволяют отслеживать состояние ледового покрова, изменения в многолетней мерзлоте и динамику биоразнообразия. Эти данные используются для оценки влияния климатических изменений на арктические экосистемы [1, 2];

- использование машинного обучения для прогнозирования климатических изменений и их последствий.

Алгоритмы машинного обучения анализируют объемы исторических и текущих данных, что позволяет строить модели изменения климата и прогнозировать последствия, такие как ускоренное таяние льдов и изменение миграционных маршрутов животных.

Это помогает оперативно формировать адаптационные меры и корректировать стратегии природопользования [3].

## **2) Оптимизация добычи природных ресурсов.**

Ресурсный потенциал Арктики требует внедрения передовых технологий для рациональной и безопасной добычи, минимизирующей нагрузку на окружающую среду:

- интеллектуальные системы управления в углеводородной отрасли Арктики;
- современные системы мониторинга и автоматизации, внедряемые на объектах добычи нефти и газа, позволяют в режиме реального времени контролировать техническое состояние оборудования, оптимизировать процессы добычи и предотвращать аварийные ситуации [4];
- алгоритмы машинного обучения для снижения техногенной нагрузки при добыче полезных ископаемых;
- применение алгоритмов машинного обучения для анализа геологических данных способствует более точному определению площадей добычи, что позволяет минимизировать разрушение экосистем и снизить негативный экологический след от добывающей деятельности.

## **3) Логистика и транспорт в условиях Арктики.**

С учетом уникальных климатических и географических условий, эффективная организация транспортировки ресурсов становится ключевым элементом рационального природопользования:

- инновационные цифровые решения для навигации по Северному морскому пути;
- Интеллектуальные навигационные системы, интегрированные с данными о ледовой ситуации и погодных условиях, помогают оптимизировать маршруты по Северному морскому пути, сокращая время перевозок, снижая расход топлива и минимизируя выбросы углекислого газа;
- системы автоматизированного управления судами, снижающие экологический след транспортной отрасли;
- автономные и полуавтономные корабли, оснащенные системами автоматизированного управления, повышают безопасность судоходства, уменьшают вероятность ошибок человеческого фактора и снижают общий экологический след транспортной инфраструктуры в регионе.

## **4) Интеллектуальные технологии в адаптации коренных народов.**

Сохранение культурного наследия и поддержка традиционного природопользования коренных народов Арктики — важные аспекты устойчивого развития региона:

- цифровые платформы для поддержки традиционного природопользования;
- создаются онлайн-сервисы и мобильные приложения, позволяющие коренным народам получать доступ к актуальным данным об окружающей среде, способствовать обмену знаниями и адаптации традиционных методов хозяйствования к современным условиям;
- применение искусственного интеллекта в сохранении культурного наследия народов АЗРФ;
- технологии искусственного интеллекта используются для оцифровки, анализа и систематизации культурных традиций, что способствует созданию цифровых

архивов и повышает возможности по сохранению и передаче уникального наследия будущим поколениям.

##### **5) Обеспечение технологической устойчивости и кибербезопасности.**

Высокая степень цифровизации в Арктике требует надежных мер по защите информационных систем и обеспечения устойчивости технологической инфраструктуры:

- методы защиты критически важных цифровых инфраструктур;
- в условиях экстремальных климатических условий и высокой удаленности объектов применяются передовые методы кибербезопасности, включающие современные системы шифрования, многоуровневую аутентификацию и защищенные каналы связи для охраны данных, собираемых посредством спутниковых и IoT-сетей;
- управление киберリスクами в сложных климатических условиях Арктики;
- разработка специализированных алгоритмов для выявления и оперативного реагирования на угрозы кибербезопасности обеспечивает защиту критически важных систем мониторинга и управления, позволяя минимизировать потенциальные риски в условиях высокой технологической зависимости региона.

## **II. Практические кейсы внедрения интеллектуальных технологий в АЗРФ**

### **1) Спутниковый мониторинг состояния вечной мерзлоты и ледового покрова.**

Современные спутниковые системы, такие как «Метеор-М» и «Ресурс-П», используются для непрерывного наблюдения за состоянием арктических льдов и динамикой вечной мерзлоты. Эти данные позволяют оперативно оценивать изменения в ледовом покрове и прогнозировать потенциальные экологические последствия, связанные с быстрым таянием мерзлотной массы.[2]

### **2) Автоматизированные системы контроля выбросов и управления углеродным следом.**

На нефтегазовых и добывающих объектах Арктики внедряются автоматизированные комплексные системы, способные в режиме реального времени контролировать выбросы загрязняющих веществ. Такие системы помогают управлять углеродным следом, снижая негативное воздействие на окружающую среду за счет оптимизации технологических процессов и внедрения мер по сокращению парниковых газов.[5]

### **3) Применение IoT-датчиков для оценки устойчивости арктических экосистем.**

Сети IoT-датчиков, размещаемые как на наземных объектах, так и на плавающих платформах, позволяют собирать детальные данные о температуре, влажности, составе атмосферы и состоянии почвы. Эти данные анализируются в режиме реального времени, что помогает оценивать устойчивость экосистем Арктики и своевременно выявлять экологические нарушения.[3]

### **4) Опыт цифровизации логистики на основе искусственного интеллекта.**

В условиях активного развития Северного морского пути на базе искусственного интеллекта создаются интеллектуальные платформы навигации, интегрирующие данные о погодных условиях, ледовой обстановке и состоянии судоходной инфраструктуры. Это позволяет оптимизировать маршруты, снизить расход топлива и минимизировать экологический след арктического транспортного сектора.[5]

### **5) Развитие цифровых инструментов поддержки коренных народов Арктики.**

Для сохранения культурного наследия и адаптации традиционных методов хозяйствования коренных народов региона создаются специализированные цифровые платформы. Такие инструменты позволяют обмениваться актуальной информацией

об изменениях окружающей среды, документировать традиционные знания и обеспечивать интеграцию коренных сообществ в процессы принятия управленческих решений [6].

### **III. Риски и вызовы внедрения цифровых технологий в природопользование АЗРФ**

Несмотря на значительные успехи, интеграция интеллектуальных технологий в управление природными ресурсами Арктики сопряжена с рядом вызовов и потенциальных рисков:

#### **1) Этические аспекты использования интеллектуальных решений.**

Внедрение цифровых технологий требует внимательного отношения к вопросам защиты личных данных, прав коренных народов и сохранения культурного наследия. Этические нормы должны регламентировать сбор, анализ и использование чувствительной информации, чтобы не нарушать права жителей региона [7].

#### **2) Зависимость от технологий и возможные сбои в условиях арктического климата.**

Экстремальные климатические условия, характерные для Арктики, могут влиять на работоспособность электронных систем, IoT-устройств и спутниковых каналов. Возможны перебои в передаче данных из-за замерзания оборудования или сбоя технических систем, что требует разработки надежных резервных решений и систем аварийного восстановления [3].

#### **3) Угрозы кибербезопасности и необходимость защиты цифровой инфраструктуры.**

Рост цифровизации приводит к увеличению числа киберугроз. Необходимо постоянно совершенствовать меры защиты критически важных цифровых инфраструктур, внедрять системы многоуровневой аутентификации и шифрования данных, чтобы предотвратить вмешательство злоумышленников и обеспечить бесперебойное функционирование систем мониторинга и управления [7].

#### **4) Развитие законодательных норм для регулирования цифровизации природопользования.**

Быстрое внедрение интеллектуальных решений требует соответствующей адаптации законодательства [5].

Необходимо разработать нормативно-правовые акты, регулирующие вопросы цифровизации, обеспечение экологической ответственности, а также защиту данных и интеллектуальной собственности, чтобы обеспечить гармоничное развитие технологической инфраструктуры в Арктике.

Применение современных цифровых технологий доказало свою эффективность в повышении точности мониторинга, оптимизации добычи и транспортировки ресурсов, а также в адаптации традиционных методов природопользования. Эти достижения играют важную роль в устойчивом развитии Арктической зоны, способствуя минимизации негативного воздействия на окружающую среду.

Рекомендуется активное внедрение комплексных цифровых систем, сочетающих спутниковый наблюдательный контроль, IoT-технологии и алгоритмы машинного обучения, при этом особое внимание уделяя вопросам кибербезопасности и разработке законодательной базы для регулирования цифровизации. Важно также обеспечить участие местных сообществ в цифровых инициативах для сохранения культурного наследия и адаптации традиционных знаний.

Будущие исследования должны сосредоточиться на создании адаптивных моделей прогнозирования экологических изменений, разработке устойчивых к экстремальным климатическим условиям цифровых систем, а также на изучении междисциплинарного

взаимодействия между технологиями, экологией и социокультурными особенностями коренных народов.

Эти выводы и рекомендации способствуют формированию системного подхода к интеграции интеллектуальных технологий в рациональное природопользование Арктической зоны, подчеркивая их важность для устойчивого и экологически безопасного развития региона.

### **Литература**

1. Климат Арктики: изменения и прогнозы // М.: Наука, 2020. — 356 с.
2. Спутниковый мониторинг Арктического региона // Геоэкология. — 2021. — № 2. — С. 45-57.
3. П.А. Сидоров, Е.В. Лаврентьев. Использование IoT и больших данных в природопользовании // Вестник цифровых технологий. — 2022. — Т. 15, № 4. — С. 23-34.
4. А.Н. Зайцев, О.П. Гордеева. Применение машинного обучения в экосистемных исследованиях Арктики // СПб.: Изд-во СПбГУ, 2021. — 298 с.
5. Цифровизация логистики Северного морского пути // Транспортная система России. — 2023. — № 1. — С. 9-21.
6. А.В. Кузнецов. Коренные народы Арктики: традиции и цифровые технологии // Якутск: Изд-во Академии наук, 2019. — 234 с.
7. И.И. Соловьев, Д.Л. Максимов. Кибербезопасность в условиях Арктической зоны // Журнал информационной безопасности. — 2022. — № 3. — С. 56-68.