

Вестник НГУЭУ. 2023. № 4. С. 10–23

Vestnik NSUEM. 2023. No. 4. P. 10–23

Научная статья

УДК 004.023+.942, 311

DOI: 10.34020/2073-6495-2023-4-010-023

**РАЗРАБОТКА ПРОТОТИПА
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ
«ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ БАРОМЕТР» НА ОСНОВЕ
ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА**

**Глинский Владимир Васильевич¹, Серга Людмила Константиновна²,
Зайков Кирилл Алексеевич³, Исмайылова Юлия Николаевна⁴**

¹⁻² *Новосибирский государственный университет
экономики и управления «НИНХ»*

³⁻⁴ *Сибирский институт управления –
филиал Российской академии народного хозяйства
и государственной службы при Президенте Российской Федерации*

¹ v.v.glinskij@nsuem.ru

² l.k.serga@nsuem.ru

³ zaykov-ka@ranepa.ru

⁴ ismayylova-yn@ranepa.ru

Аннотация. В статье представлены и обсуждаются постановка проблемы, цели и задачи, методология, инструментарий, программное обеспечение и результаты исследований, полученные в ходе разработки прототипа информационно-аналитической системы «Экологический барометр». Выполнен обзор исследований в обсуждаемой области знаний. Обозначена система характеристик измерения уровня экологической безопасности. Подробно описаны источники первичных данных. Система предполагает реализацию мониторинга и анализа ключевых характеристик состояния окружающей среды на основе данных, полученных с использованием технологий искусственного интеллекта.

Ключевые слова: прототип, информационно-аналитическая система, техническое задание, технологии искусственного интеллекта, нейронные сети, модель, Dataset, экологический барометр, экологическая ситуация, анализ данных

Финансирование. Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда (РНФ), проект № 22-28-00629.

Для цитирования: Глинский В.В., Серга Л.К., Зайков К.А., Исмайылова Ю.Н. Разработка прототипа информационно-аналитической системы «Экологический барометр» на основе технологий искусственного интеллекта // Вестник НГУЭУ. 2023. № 4. С.10–23. DOI: 10.34020/2073-6495-2023-4-010-023.

Original article

DEVELOPMENT OF A PROTOTYPE OF INFORMATION AND ANALYTICAL SYSTEM “ECOLOGICAL BAROMETER” BASED ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE TECHNOLOGIES

Glinskiy Vladimir V.¹, Serga Lyudmila K.², Zaykov Kirill A.³,
Ismayilova Yulia N.⁴

¹⁻² *Novosibirsk State University of Economics and Management*

³⁻⁴ *Siberian Institute of Management –*

Branch of the Russian Academy of National Economy

and Public Administration under the President of the Russian Federation

¹ v.v.glinskiy@nsuem.ru

² l.k.serga@nsuem.ru

³ zaykov-ka@ranepa.ru

⁴ ismayylova-yn@ranepa.ru

Abstract. The article presents and discusses the statement of the problem, goals and objectives, methodology, tools, software and research results obtained during the development of the prototype information and analytical system “Ecological Barometer”. A review of research in the area of knowledge under discussion has been completed. A system of characteristics for measuring the level of environmental safety is outlined. Sources of primary data are described in detail. The system involves the implementation of monitoring and analysis of key characteristics of the state of the environment based on data obtained using artificial intelligence technologies.

Keywords: prototype, information and analytical system, terms of reference, artificial intelligence technologies, neural networks, model, Dataset, environmental barometer, environmental situation, data analysis

Financing. The work was carried out with financial support from the Russian Science Foundation (RSF), project No. 22-28-00629.

For citation: Glinskiy V.V., Serga L.K., Zaykov K.A., Ismayilova Yu.N. Development of a prototype of information and analytical system “Ecological barometer” based on artificial intelligence technologies. *Vestnik NSUEM*. 2023; (4): 10–23. (In Russ.). DOI: 10.34020/2073-6495-2023-4-010-023.

1. Введение

В современном мире экологическая ситуация становится одним из ключевых факторов, определяющих здоровье и качество жизни населения. Усиление негативного влияния антропогенной деятельности на окружающую среду приводит к обострению экологических проблем, в связи с чем возникает необходимость постоянного мониторинга состояния окружающей среды и анализа влияния различных факторов, оказывающих негативное

и позитивное влияние на экологическую обстановку: уровни загрязнения атмосферного воздуха, воды и почвы, состояние природных экосистем, изменение климата и биоразнообразия. При этом практическое изучение данного явления затруднено ввиду высокой мультиколлинеарности статистических индикаторов и «вложенности» факторов: одни и те же показатели экологической безопасности могут выступать и как детерминанты и как результирующие индикаторы.

В настоящее время в Российской Федерации сложились негативные тенденции экологической безопасности: формируются и проявляются очаги экологического неблагополучия, сокращается видовое биологическое разнообразие, появляются локальные экологические катастрофы, причиной которых в большинстве случаев является хозяйственная деятельность человека. Экстенсивный экономический рост может привести к дальнейшему обострению экологических проблем при отсутствии мер, направленных на сокращение накапливаемого экологического ущерба. Успешная реализация Россией программы экологического развития связана с установлением для территорий нормативов допустимой антропогенной нагрузки, предупреждением экологических угроз, типологизацией территорий по степени экологической опасности (по уровню концентрации ее загрязнения, что создает угрозу здоровью и жизни проживающего на них населения) и определением количественных и качественных ориентиров для разработки местных экологических программ и регулирования негативного воздействия субъектов экономической деятельности.

Для решения этой задачи необходима разработка и внедрение современных технологий и методов сбора, обработки и анализа данных, которые позволят осуществлять мониторинг состояния окружающей среды, прогнозировать изменения экологической обстановки и принимать своевременные меры по предотвращению негативных последствий.

Основной целью данной работы является разработка прототипа информационно-аналитической системы «Экологический барометр», которая позволит осуществлять мониторинг и анализ состояния окружающей среды на основе данных, полученных с использованием технологий искусственного интеллекта. Прототип должен включать в себя функции для сбора и обработки информации о состоянии атмосферы, водоемов, почвы и других компонентов окружающей среды, а также для прогнозирования изменений экологической обстановки и разработки рекомендаций по управлению экологическими рисками.

Разработка информационно-аналитической системы «Экологический барометр» для оценки уровня экологической опасности и устойчивости развития регионов Российской Федерации имеет высокую актуальность по ряду причин:

– Различные территории страны сталкиваются с серьезными экологическими проблемами, такими как загрязнение воздуха и воды, обильное использование природных ресурсов, угроза биоразнообразию и др. Разработка системы для оценки уровня экологической опасности помогает выявить проблемные области и направить усилия на их решение.

– Устойчивое развитие становится ключевой стратегической задачей для регионов. Оценка устойчивости развития позволяет регулировать экономическую активность так, чтобы сохранять баланс между потреблением ресурсов и сохранением окружающей среды.

– Информационная система предоставляет органам управления, предприятиям и общественным организациям объективные данные для принятия обоснованных решений в области экологии. Это позволяет оптимизировать использование ресурсов и минимизировать негативное воздействие на окружающую среду.

– Российская Федерация участвует в международных инициативах по охране окружающей среды, в том числе соглашениях по снижению выбросов парниковых газов. Разработка системы позволяет отслеживать выполнение международных и национальных нормативов и стандартов.

– Создание системы также способствует повышению экологической грамотности населения. Интерактивные элементы и визуализации данных могут сделать информацию доступной и понятной для широкой аудитории, мотивируя общество принимать активное участие в вопросах экологии.

– С учетом глобальных трендов в области устойчивого развития и растущей осведомленности о проблемах климата экологические аспекты становятся приоритетными для различных уровней власти и бизнеса. Создание системы для оценки экологической опасности подчеркивает важность этих вопросов в контексте регионального развития.

Таким образом, разработка информационно-аналитической системы «Экологический барометр» является важным шагом в направлении более эффективного управления окружающей средой, обеспечения устойчивого развития и повышения качества жизни граждан в регионах страны.

2. Теоретические основы исследования экологического риска, экологической безопасности и построения экологического мониторинга

Исследования экологического риска, экологической безопасности и построения системы непрерывного экологического мониторинга привлекают внимание ученых во всем мире. Изучение этих сложных объектов исследования в современных условиях невозможно ограничивать в рамках одной науки, соответственно в работах широко применяется системный подход в процессе интеграции инструментария различных отраслей науки, таких как экология, экономика, социология, статистика и информатика и т.д.

Глобальные вопросы экологической безопасности привлекают внимание научных, государственных и международных организаций. Например, программы Организации Объединенных Наций, такие как UNEP (United Nations Environmental Program) [13], постоянные программы ЮНЕСКО, Всемирной метеорологической организации и др. направлены на решение проблем экологической безопасности и снижения экологических рисков. Важность экологической безопасности отражается в международных организациях, таких как Всемирный банк, Международный союз по охране природы (IUCN) др. Они активно участвуют в научных исследованиях и

деятельности по охране природных объектов и ресурсов. В Российской Федерации ведущие научные организации, такие как Центр экологической безопасности РАН и Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, активно занимаются изучением экологических проблем.

Научные исследования в России и зарубежом охватывают различные аспекты экологической безопасности и на разных уровнях агрегирования. Так, вопросы экологической безопасности могут быть рассмотрены на уровне хозяйствующих субъектов (например, методика оценки уровня экологической безопасности хозяйственной деятельности, предложенная Л.Н. Козловцевой и А.А. Козловцевым [9], исследования М.А. Алексеева и др. [1]); на уровне отдельных регионов России (В.Н. Афанасьев [3, 4], И.С. Белик [5, 10], С.Н. Бобылев [6, 7], Е.Я. Власова [8], С.Н. Русин [11], М.С. Хван и др. [12]), так и на уровне сравнения стран мира (М.Ю. Архипова [2], М.С. Хван и др. [12]).

Однако в литературе недостаточно внимания уделяется оценке долгосрочных экологических угроз на основе государственной и ведомственной статистики, а также созданию системы предиктивной аналитики экологических рисков с использованием методов искусственного интеллекта, технологий больших данных и открытых данных.

Таким образом, построение системы экологического мониторинга, способной измерять воздействие производственной деятельности на экологию, оценивать уровень экологической опасности и предоставлять предупреждающие сигналы для эффективного управления устойчивым развитием, требует дополнительных исследований и разработки.

3. Характеристики информационно-аналитической системы экологического мониторинга и ее архитектура

Информационно-аналитическая система «Экологический барометр» задумывалась как комплексное решение для наблюдения и анализа экологических данных, позволяющее получить оценку уровня экологической опасности, типологию территорий по степени существующей опасности, предупреждающих сигналов об экологической угрозе и используемое федеральными и региональными органами власти для эффективного управления качеством окружающей среды и устойчивым развитием территории на основе сформированных стратегий [14].

Разработка и внедрение информационно-аналитической системы для оценки уровня экологической опасности и устойчивости развития территории предполагает создание технического задания. Ниже представлен перечень ключевых характеристик создаваемой информационно-аналитической системы.

1. Сбор данных – статистическое наблюдение.

Идентификация источников данных: определение различных источников данных, включая статистические базы данных, данные мониторинга окружающей среды, результаты научных исследований и другие релевантные источники.

Формирование dataset: сбор, структурирование и обработка данных для создания единой и достоверной базы данных, необходимой для анализа экологической ситуации. Составление такого набора данных в информационно-аналитической системе «Экологический барометр» играет ключевую роль в точности и достоверности результатов оценки уровня экологической опасности и устойчивости развития территории. Ниже приведены разделы данных, которые включены dataset:

- Атмосферные данные;
- Гидрологические данные;
- Почвенные данные;
- Метеорологические данные;
- Биологические данные;
- Демографические и социально-экономические данные;
- Инфраструктурные данные;
- Данные о здоровье населения и заболеваемости;
- Экономические данные;
- Данные об использовании природных ресурсов.

2. Обработка данных. Предварительная обработка данных: устранение дубликатов, заполнение пропущенных значений, анализ выбросов, нормализация и/или стандартизация данных, чтобы обеспечить их качество и сопоставимость.

3. Анализ данных.

Статистический анализ: применение статистических методов для выявления корреляционных связей и особенностей в данных.

Машинное обучение: разработка моделей машинного обучения, включая нейронные сети, для прогнозирования экологических параметров. Кластеризация данных методами машинного обучения (включая смеси вероятностных распределений, иерархическую кластеризацию, DBSCAN и нейронные сети). Выбор лучшей модели на основе внутренних показателей качества кластеризации таких, как компактность кластеров (межгрупповая дисперсия), отделимость кластеров, метрика силуэта.

Разработка интегрального показателя: идентификация основных экологических параметров, которые будут влиять на уровень экологической опасности и устойчивость, разработка методологии или алгоритма для вычисления интегрального показателя, объединяющего различные параметры в единый показатель.

Типология данных: построение методологии для типологии данных с целью выделения ключевых особенностей и разделения территорий по уровню экологической опасности.

4. Визуализация результатов. Результаты анализа представляются в удобной для восприятия форме. Пользователи могут получать доступ к информации через интерфейс веб-приложения, где предоставляются графики, карты и другие визуализации.

5. Оповещение и предупреждение. В случае обнаружения критических изменений в экологических параметрах система автоматически генерирует оповещения, предупреждая о возможных проблемах. Это позволяет принимать оперативные меры для предотвращения ухудшения ситуации.

6. Техническая реализация системы.

Выбор технологий: определение технологического стека, включая язык программирования (*Python*), фреймворки и библиотеки для реализации системы (*scikit-learn*, *NumPy*, *Pandas*, *matplotlib*, *GeoPandas*, *SciPy*, *PyTorch*).

Проектирование архитектуры: Разработка структуры и архитектуры информационно-аналитической системы, учитывая масштабируемость и эффективность работы.

7. Принципы работы и архитектура.

Система «Экологический барометр» использует распределенную архитектуру для обеспечения эффективного сбора данных. Информация собирается из различных источников, интегрируется на центральном сервере и подвергается анализу. Архитектура системы включает три основных компонента:

Различные источники данных. Система взаимодействует с различными существующими базами данных и через API или специальные парсеры данных осуществляется сбор информации.

Центральный сервер и алгоритмы анализа. Здесь происходит обработка данных, использование алгоритмов машинного обучения для выявления закономерностей и аномалий, а также формирование визуализации результатов.

Пользовательский интерфейс. Веб-приложение предоставляет пользователям доступ к данным, графикам и отчетам. Это обеспечивает прозрачность и позволяет пользователям принимать информированные решения.

Принципиальная схема построения информационной системы представлена на рис. 1.

Разрабатываемый прототип информационно-аналитической системы должен состоять из нескольких основных модулей:

- Модуль сбора данных: предназначен для получения данных о состоянии окружающей среды из различных источников.
- Модуль обработки данных: выполняет обработку и анализ полученных данных с использованием алгоритмов машинного обучения и статистических моделей.
- Прогностический модуль: на основе обработанных данных предсказывает изменения экологической обстановки в будущем, а также разрабатывает рекомендации по управлению экологическими рисками и улучшению экологической ситуации.

4. Методические подходы осуществления экологического мониторинга, реализованные в информационной системе

Экологический мониторинг, базирующийся на цифровой информационно-аналитической системе, в качестве источников данных использует данные официальной статистики, открытые данные различной природы и большие данные (климатические данные, социальные сети, новостные агрегаторы и т.д.).

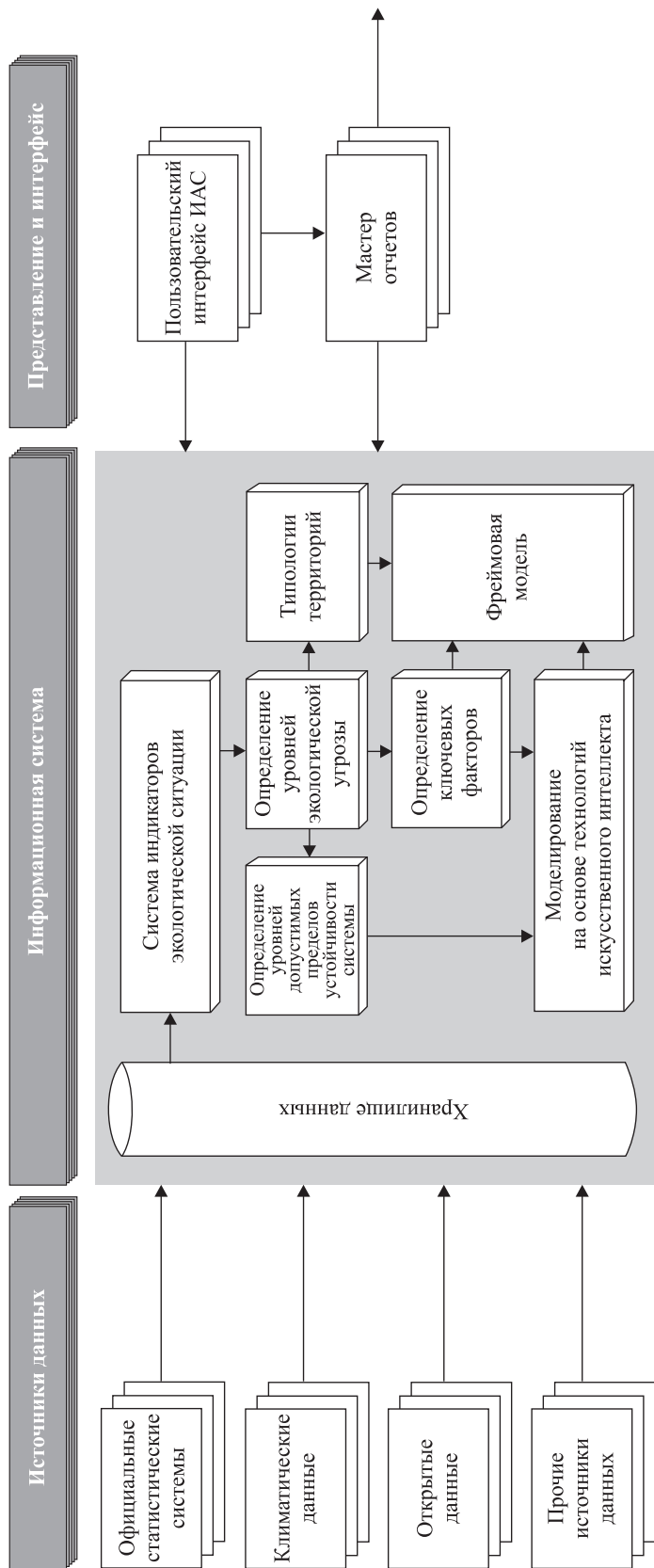


Рис. 1. Схема архитектуры информационно-аналитической системы «Экологический барометр»
 Architecture diagram of the information and analytical system "Ecological Barometer"

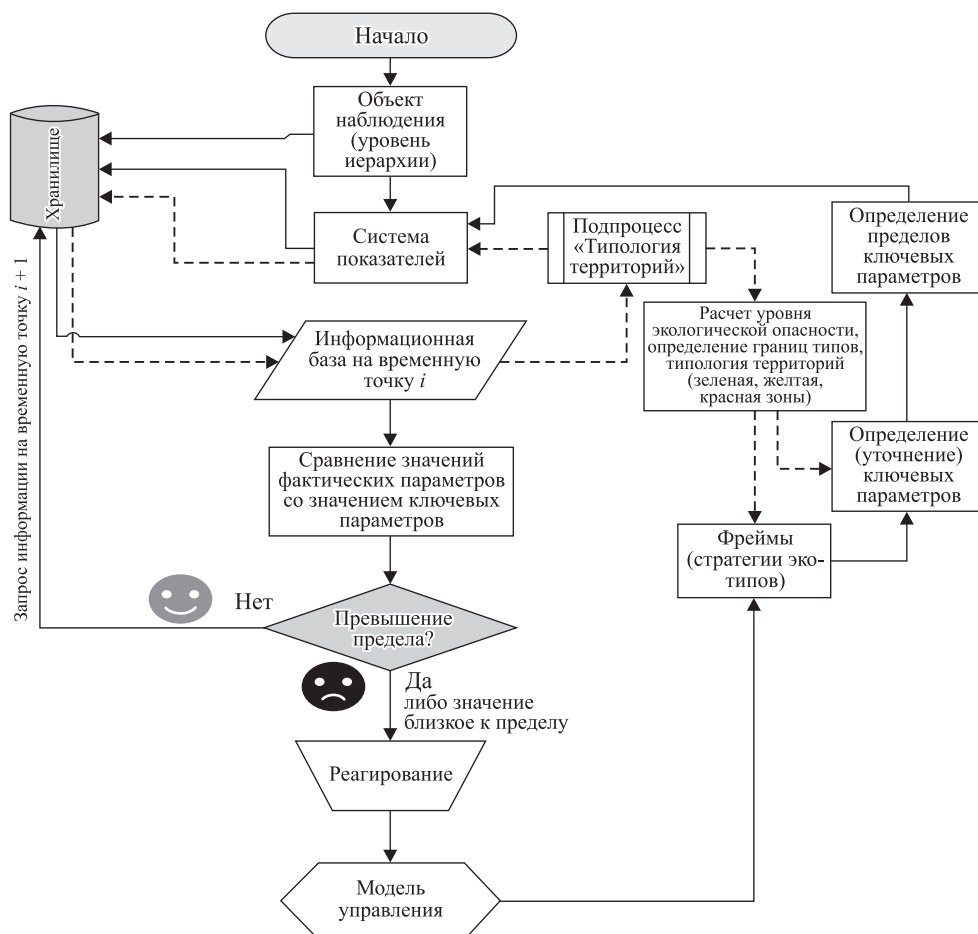


Рис. 2. Методический подход построения «Экологического барометра»
Methodological approach to constructing an “Ecological Barometer”

После формирования баз данных выполняется расчет индикаторов экологической ситуации, экологической безопасности и рисков, на основе которых определяются уровни экологических угроз. Базовым является контроль за уровнем экологической опасности. Представим методический подход построения «Экологического барометра» на рис. 2.

Методика установления границы экологической опасности, ведущей к региональной катастрофе и разбалансировке параметров устойчивости территориальной социально-экономической системы, предлагается в рамках следующего подхода:

1. *Анализ существующих региональных экологических данных.*

Проведение обзора доступных данных о среде обитания, а также предшествующих экологических катастрофах или событиях, которые привели к разбалансировке системы. Оценка существующего уровня риска и определение основных факторов, способствующих возникновению катастроф.

2. *Идентификация критических параметров.*

Определение ключевых параметров, которые являются наиболее важными для устойчивости территориальной социально-экономической си-

стемы. Эти параметры могут включать экологическую инфраструктуру, уровень загрязнения, биоразнообразие, доступ к ресурсам и другие социально-экономические факторы.

3. Определение пороговых значений.

Разработка пороговых значения для каждого из идентифицированных критических параметров. Эти значения будут служить основой для определения границы экологической опасности. Учет локальных особенностей и местных ограничений.

4. Пространственное моделирование и картография.

Использование геоинформационных систем и методов пространственного моделирования для визуализации границ экологической опасности на территориальной карте. Это позволит оценить потенциальные риски и поможет в принятии решений по управлению территорией.

5. Мониторинг и обновление.

Формирование системы мониторинга для регулярной оценки состояния и изменений в параметрах устойчивости. Обновление методики на основе новых данных, научных исследований и изменений в социально-экономической ситуации.

Вышеописанная методика поможет разработать и установить границу экологической опасности, а также предотвратить региональные катастрофы и разбалансировку параметров устойчивости территориальной социально-экономической системы.

Особенностью является то, что ИАС «Экологический барометр» может быть использован не столько в плоскости выделения слабой, средней и высокой экологической опасности, сколько, через установление ее границ, приводящих к региональной катастрофе, в плоскости управления экономическим развитием и эколого-социальной стабильностью региона посредством механизма мониторинга, и контроля за уровнем экологической опасности на основе применения разработанных фрейм-управленческих стратегий.

Методический подход адекватной оценки уровня экологической опасности социально-экономическому развитию территории, релевантному для всех уровней пространственной иерархии, позволит находить границы факторов, приводящих к экологической угрозе и разбалансировке параметров состояния территориальной социально-экономической системы.

5. Достоинства, недостатки и возможности развития предлагаемого решения

Достоинства информационной системы заключаются в следующем:

– в разработанном методическом подходе осуществления экологического мониторинга, базирующегося на цифровой информационно-аналитической системе, используемой в комплексе данных официальной статистики, открытых данных и больших данных;

– в сформированном и апробированном методическом подходе адекватной оценки уровня экологической опасности социально-экономическому развитию территории, релевантному для всех уровней пространственной

иерархии, на результате применения которого строится метод нахождения границы, приводящей к экологической угрозе и разбалансировке параметров состояния территориальной социально-экономической системы. В отличие от общепринятого понимания границы как критической точки перехода из одного состояния в другое, исследования по проекту ориентированы на выделение типов территориальных систем с разным уровнем экологической неустойчивости, с позиции дестимулирования ею экономического роста. Для каждого типа территорий выстраивается система фреймов – управленческих стратегий для предотвращения угрозы или поддержания стабильности;

– в фреймовой модели (в формате «меню действий») управления территорией в контексте выработки и применения нормативных экологических стратегий в зависимости от ее экологического типа с позиции состояния и динамики процесса.

Хотя система «Экологический барометр» представляет собой значительный шаг вперед в направлении использования технологий искусственного интеллекта для мониторинга экологических параметров, она также имеет свои потенциальные недостатки. Рассмотрим некоторые из них:

– Наличие определенного лага в проведении исследования. Ввиду использования официальных статистических данных, накопления открытых данных информационная система пока не реализовывает задачу исследования в реальном времени.

– Ограниченные методы анализа данных. На данный момент система ограничена в методах анализа данных (корреляция, кластеризация и классификация), что может привести к упущению важных трендов или паттернов в экологических данных.

– Ограничение в территории. «Экологический мониторинг» не интегрирован с международными экологическими системами и стандартами, это может затруднить координацию усилий в глобальном контексте и обмен информацией с другими международными информационными системами.

– Наличие неучтенных аспектов безопасности данных. Не в полной мере реализованы меры по обеспечению безопасности данных, что может сделать систему уязвимой к кибератакам и привести к утечкам конфиденциальной информации и нарушению работы системы.

Работа над устранением указанных выше недостатков может стать точками роста в развитии системы «Экологический барометр».

7. Заключение

В современном мире, где экологические проблемы становятся все более острыми, разработка и внедрение информационно-аналитических систем, таких как «Экологический барометр», представляют собой важный шаг в направлении эффективного мониторинга и управления экологической ситуацией. Однако, несмотря на значительные преимущества, система все еще имеет ряд ограничений и вызывает определенные вопросы.

Разработанная информационно-аналитическая система позволяет строить фреймворковые модели (в формате «меню действий») управления территорией, вырабатывать и применять нормативные экологические стратегии в зависимости от ее экологического типа с позиции состояния и динамики процесса. Такая модель открывает широкие возможности для предупреждения природных и техногенных угроз региональной экономической системе.

Система «Экологический барометр» представляет собой важный шаг в направлении современного, технологически ориентированного мониторинга экологической ситуации. Однако для максимизации ее потенциала необходимо преодолеть указанные недостатки и уделить внимание ключевым аспектам, таким как точность данных, оптимизация структуры построения системы и проверка качества исходных данных. Все эти меры помогут сделать систему более надежным и эффективным инструментом для построения стратегий развития территорий.

Список источников

1. *Алексеев М.А., Глинский В.В., Анохин Н.В.* О манипулировании в информационном пространстве // Вестник НГУЭУ. 2017. № 4. С. 10–21.
2. *Архипова М.Ю.* Мониторинг экологической активности России и стран мира // Вопросы новой экономики. 2015. № 1 (33). С. 52–58.
3. *Афанасьев В.Н., Макогонова И.С.* Влияние экономической среды региона на экологическую безопасность и здоровье человека // Интеллект. Инновации. Инвестиции. 2015. № 4. С. 13–16.
4. *Афанасьев В.Н., Сыровацкая И.В.* Статистическое исследование экологического, социального и экономического развития региона с позиций их взаимодействия // Вестник НГУЭУ. 2017. № 4. С. 66–76.
5. *Белик И.С., Жигалов В.И., Калина А.В.* [и др.]. Угрозы экономической безопасности и их предупреждение. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Изд-во «ЮНИТИ-ДАНА», 2023. 632 с.
6. *Бобылев С.Н., Скобелев Д.О.* Природный капитал и технологические трансформации // Менеджмент в России и за рубежом. 2020. № 1. С. 89–100.
7. *Бобылев С.Н., Соловьева С.В., Астапкович М.А.* Качество воздуха как приоритет для новой экономики // Мир новой экономики. 2022. Т. 16, № 2. С. 76–88. DOI: 10.26794/2220-6469-2022-16-2-76-88
8. *Власова Е.Я., Яндыганов Я.Я.* Экстремальная экология: факторы формирования, предупреждение последствий // Агропродовольственная политика России. 2017. № 7 (67). С. 34–40.
9. *Козловцева Л.Н., Козловцев А.А.* Разработка методики оценки уровня экологической безопасности хозяйственной деятельности // Вестник Волгоградского государственного университета. Серия 3: Экономика. Экология. 2008. № 1 (12). С. 185–188.
10. *Криворотов В.В., Калина А.В., Белик И.С.* Пороговые значения индикативных показателей для диагностики экономической безопасности Российской Федерации на современном этапе // Вестник УрФУ. Серия: Экономика и управление. 2019. Т. 18, № 6. С. 892–910. DOI: 10.15826/vesnik.2019.18.6.043
11. *Русин С.Н.* Экологическая безопасность, экологическая политика, экологическая функция государства и экологическое право // Российский юридический журнал. 2017. № 4 (115). С. 171–177.
12. *Серга Л.К., Хван М.С., Зайков К.А.* Проблемы оценки уровня экологической безопасности в международной статистике // Вестник НГУЭУ. 2017. № 3. С. 74–89.

13. About the United Nations Environment Programme. URL: <https://www.unep.org/who-we-are/about-us> (дата обращения: 15.06.2023).
14. Glinskiy V.V., Serga L.K., Alekseev M.A. Methodology for constructing an environmental barometer based on artificial intelligence technologies. E3S Web of Conferences. International Scientific Forum on Sustainable Development and Innovation (WFSIDI 2021). 2021. С. 03012. URL: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202129503012>

References

1. Alekseev M.A., Glinskiy V.V., Anohin N.V. O manipulirovanii v informacionnom prostranstve [On manipulation in the information space], *Vestnik NGUJeU [Vestnik NSUEM]*, 2017, no. 4, pp. 10–21.
2. Arhipova M.Ju. Monitoring jekologicheskoy aktivnosti Rossii i stran mira [Monitoring of environmental activity in Russia and countries of the world], *Voprosy novoy jekonomiki [Issues of the new economy]*, 2015, no. 1 (33), pp. 52–58.
3. Afanas'ev V.N., Makogonova I.S. Vlijanie jekonomicheskoy sredy regiona na jekologicheskuju bezopasnost' i zdorov'e cheloveka [The influence of the economic environment of the region on environmental safety and human health], *Intellekt. Innovacii. Investicii [Intelligence. Innovation. Investments]*, 2015, no. 4, pp. 13–16.
4. Afanas'ev V.N., Syrovackaja I.V. Statisticheskoe issledovanie jekologicheskogo, social'nogo i jekonomicheskogo razvitija regiona s pozicij ih vzaimodejstviya [Statistical study of the environmental, social and economic development of the region from the perspective of their interaction], *Vestnik NGUJeU [Vestnik NSUEM]*, 2017, no. 4, pp. 66–76.
5. Belik I.S., Zhigalov V.I., Kalina A.V. [i dr.]. Ugrozy jekonomicheskoy bezopasnosti i ih preduprezhdenie [Threats to economic security and their prevention]. 3-e izd., pererab. i dop. Moscow, Izd-vo «JuNITI-DANA», 2023. 632 p.
6. Bobylev S.N., Skobelev D.O. Prirodnyj kapital i tehnologicheskie transformacii [Natural capital and technological transformations], *Menedzhment v Rossii i za rubezhom [Management in Russia and abroad]*, 2020, no. 1, pp. 89–100.
7. Bobylev S.N., Solov'eva S.V., Astapkovich M.A. Kachestvo vozduha kak prioritet dlja novoy jekonomiki [Air quality as a priority for the new economy], *Mir novoy jekonomiki [World of new economy]*, 2022, vol. 16, no. 2, pp. 76–88. DOI: 10.26794/2220-6469-2022-16-2-76-88
8. Vlasova E.Ja., Jandyganov Ja.Ja. Jekstremal'naja jekologija: factory formirovanija, preduprezhdenie posledstvij [Extreme ecology: formation factors, prevention of consequences], *Agroproduvol'stvennaja politika Rossii [Agro-food policy of Russia]*, 2017, no. 7 (67), pp. 34–40.
9. Kozlovceva L.N., Kozlovcev A.A. Razrabotka metodiki ocenki urovnja jekologicheskoy bezopasnosti hozjajstvennoj dejatel'nosti [Development of a methodology for assessing the level of environmental safety of economic activity], *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo universiteta. Serija 3: Jekonomika. Jekologija [Bulletin of Volgograd State University. Episode 3: Economics. Ecology]*, 2008, no. 1 (12), pp. 185–188.
10. Krivorotov V.V., Kalina A.V., Belik I.S. Porogovye znachenija indikativnyh pokazatelej dlja diagnostiki jekonomicheskoy bezopasnosti Rossijskoj Federacii na sovremennom jetape [Threshold values of indicative indicators for diagnosing the economic security of the Russian Federation at the present stage], *Vestnik UrFU. Serija: Jekonomika i upravlenie [Bulletin of UrFU. Series: Economics and management]*, 2019, vol. 18, no. 6, pp. 892–910. DOI: 10.15826/vestnik.2019.18.6.043
11. Rusin S.N. Jekologicheskaja bezopasnost', jekologicheskaja politika, jekologicheskaja funkcija gosudarstva i jekologicheskoe pravo [Environmental safety, environmental policy, environmental function of the state and environmental law], *Rossijskij juridicheskij zhurnal [Russian legal journal]*, 2017, no. 4 (115), pp. 171–177.

12. Serga L.K., Hvan M.S., Zajkov K.A. Problemy ocenki urovnja jekologicheskoy bezopasnosti v mezhdunarodnoj statistike [Problems of assessing the level of environmental safety in international statistics], *Vestnik NGUJeU [Vestnik NSUEM]*, 2017, no. 3, pp. 74–89.
13. About the United Nations Environment Programme. Available at: <https://www.unep.org/who-we-are/about-us> (accessed: 15.06.2023).
14. Glinsky V.V., Serga L.K., Alekseev M.A. Methodology for constructing an environmental barometer based on artificial intelligence technologies. E3S Web of Conferences. International Scientific Forum on Sustainable Development and Innovation (WFSDI 2021). 2021. P. 03012. Available at: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202129503012>

Сведения об авторах:

В.В. Глинский – доктор экономических наук, профессор, кафедра статистики, Новосибирский государственный университет экономики и управления «НИНХ», Новосибирск, Российская Федерация.

Л.К. Серга – кандидат экономических наук, доцент, кафедра статистики, Новосибирский государственный университет экономики и управления «НИНХ», Новосибирск, Российская Федерация.

К.А. Зайков – кандидат экономических наук, заместитель директора, Сибирский институт управления – филиал Российской академии народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации, Новосибирск, Российская Федерация.

Ю.Н. Исмаилова – кандидат экономических наук, доцент, кафедра бизнес-аналитики, учета и статистики, Сибирский институт управления – филиал Российской академии народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации, Новосибирск, Российская Федерация.

Information about the authors:

V.V. Glinskiy – Doctor of Economic Sciences, Professor, Department of Statistics, Novosibirsk State University of Economics and Management, Novosibirsk, Russian Federation.

L.K. Serga – Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Department of Statistics, Novosibirsk State University of Economics and Management, Novosibirsk, Russian Federation.

K.A. Zaykov – Candidate of Economic Sciences, Deputy Director, Siberian Institute of Management – Branch of the Russian Academy of National Economy and Public Administration under the President of the Russian Federation, Novosibirsk, Russian Federation.

Yu.N. Ismaylova – Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Department of Business Analytics, Accounting and Statistics, Siberian Institute of Management – Branch of the Russian Academy of National Economy and Public Administration under the President of the Russian Federation, Novosibirsk, Russian Federation.

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article. The authors declare no conflicts of interests.

| | | | |
|--------------------------------------|-------------------|----------------------------------|-------------------|
| <i>Статья поступила в редакцию</i> | <i>11.11.2023</i> | <i>The article was submitted</i> | <i>11.11.2023</i> |
| <i>Одобрена после рецензирования</i> | <i>14.11.2023</i> | <i>Approved after reviewing</i> | <i>14.11.2023</i> |
| <i>Принята к публикации</i> | <i>20.11.2023</i> | <i>Accepted for publication</i> | <i>20.11.2023</i> |