

УДК 504.064.36
EDN: EVGLPR

Проектирование архитектуры государственной информационной системы как инструмента цифровой верификации данных об отходах

Ушакова А. Р. ✉, Казанцева А. Г.

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,
Санкт-Петербург, 193232, Российская Федерация

Постановка задачи. Современная модель государственного экологического надзора переходит от частотного контроля к риск-ориентированному подходу, требующему достоверных и верифицируемых цифровых данных. В сфере обращения с отходами актуальной проблемой остается расхождение между заявленными и фактическими массами отходов, что затрудняет оценку негативного воздействия объектов на окружающую среду. **Целью исследования** является обоснование архитектуры государственной информационной системы, обеспечивающей цифровую верификацию данных об отходах и автоматическое выявление индикаторов риска на основе достоверных источников информации. **Элементом** научной и прикладной новизны является предложенная архитектура системы цифровой верификации данных об отходах, объединяющая автоматизированный расчет нормативов образования отходов и механизм цифровой верификации на основе фактических данных. В отличие от существующих подходов, предлагаемое решение исключает необходимость ручной обработки данных и обеспечивает формирование достоверных, воспроизводимых индикаторов риска, соответствующих требованиям риск-ориентированного подхода государственного экологического надзора. **Результаты.** Разработана архитектура государственной информационной системы, включающей подсистему внутреннего учета для хозяйствующих субъектов и подсистему мониторинга для Росприроднадзора. Первая подсистема автоматически рассчитывает нормативы образования отходов на основе данных «1С: Бухгалтерия» и сведений о выпускаемой продукции. Вторая подсистема сопоставляет расчетные нормативы с фактическими данными из отчетов об организации и о результатах осуществления производственного экологического контроля, выявляя расхождения и классифицируя отходы как находящиеся в «зоне риска». Интеграция данных происходит с сохранением конфиденциальности коммерческой информации. Система также обеспечивает обратную интеграцию, автоматически заполняя формы отчетности в Личном кабинете природопользователя. **Практическая значимость.** Внедрение системы может повысить точность экологического учета, снизить административную нагрузку, усилить прозрачность данных и обеспечить приоритет надзора в отношении объектов с наибольшими рисками нарушений обязательных требований.

Ключевые слова: Росприроднадзор, объекты контроля, индикаторы риска, обращение с отходами, цифровизация, государственная информационная система

Актуальность исследования

Цифровые технологии формируют технологическую и методологическую основу для создания комплексных информационных систем. В настоящее время в сфере обращения с отходами наиболее активно применяются следующие цифровые технологии.

Библиографическая ссылка на статью:

Ушакова А. Р., Казанцева А. Г. Проектирование архитектуры государственной информационной системы как инструмента цифровой верификации данных об отходах // Вестник СПбГУТ. 2026. Т. 4. № 1. С. 4. EDN: EVGLPR

Reference for citation:

Ushakova A., Kazantseva A. Designing the Architecture of a State Information System as a Tool for Digital Verification of Waste Data // Herald of SPbSUT. 2026. Vol. 4. Iss. 1. P. 4. EDN: EVGLPR

Роботизация используется преимущественно на этапах сортировки и предварительной обработки отходов. Роботизированные комплексы, оснащенные манипуляторами и сенсорными системами, позволяют автоматизировать процессы разделения отходов по заданным критериям [1].

Искусственный интеллект и методы машинного обучения применяются при анализе изображений, потоков сенсорных данных и отчетной информации, а алгоритмы *компьютерного зрения* — для распознавания типов отходов, в том числе на основе спектральных и визуальных характеристик [2].

Интернет вещей обеспечивает непрерывный сбор первичных данных за счет использования датчиков, встроенных в контейнеры, бункеры, транспортные средства и объекты инфраструктуры. Такие датчики позволяют в режиме реального времени фиксировать уровень заполнения контейнеров, массу отходов, их физико-химические характеристики, а также отслеживать маршруты транспортировки [3].

Облачные вычисления являются технологической основой для хранения, обработки и интеграции значительных объемов данных, поступающих от хозяйствующих субъектов посредством представления отчетности, а также от средств мониторинга. Использование облачных платформ обеспечивает масштабируемость информационных систем, централизованный доступ к данным, а также возможность межведомственного обмена ими при соблюдении требований информационной безопасности и конфиденциальности.

Анализ данных и алгоритмы оптимизации находят применение при обработке возрастающих массивов данных, формируемых в результате цифровизации отрасли. Они позволяют выявлять устойчивые закономерности, определять отклонения от нормативных или среднестатистических значений, а также оптимизировать схемы сбора, транспортирования и обработки отходов. В условиях усложнения информационных потоков такие методы становятся необходимым инструментом обеспечения достоверности и воспроизводимости результатов анализа [4].

Современные подходы к государственному экологическому надзору предполагают отход от планирования контрольно-надзорных мероприятий на основе частоты проверок в соответствии с категориями риска и переход к алгоритмам, ориентированным на оценку и ранжирование предприятий по степени потенциального нарушения обязательных требований. В этой связи Федеральной службой по надзору в сфере природопользования (Росприроднадзором) ведется активная работа по внедрению таких алгоритмов, основанных на анализе совокупности цифровых данных, получаемых от природопользователей посредством собственных информационных систем или в результате межведомственного взаимодействия¹. Совокупность цифровых данных, формируемая Росприроднадзором, соответствие или отклонение от которой объектом контроля не является нарушением обязательных требований, но свидетельствует о высокой вероятности нарушения таких требований, определяется как индикатор риска².

Постановка задачи

Использование при разработке индикаторов риска цифровых данных обусловлено необходимостью обеспечения их достоверности и объективности проводимой оценки, что достигается за счет минимизации ручной обработки, позволяющей существенно снизить вероятность ошибок и гарантировать воспроизводимость результатов. Кроме того, применение цифровых данных позволяет эффективно обрабатывать значительные объемы информации. Указанные преимущества имеют ключевое значение для обеспечения автоматического формирования перечня хозяйствующих субъектов, отнесенных к зоне риска.

Таким образом, современная экологическая политика предполагает не только декларативный механизм контроля (надзора) за негативным воздействием на окружающую среду (НВОС), но и развитие прозрачных систем мониторинга, цифровизацию процессов учета и усиление ответственности хозяйствующих субъектов за достоверность предоставляемых данных. Особое значение данный подход приобретает в сфере обращения с отходами, где на практике нередко фиксируются нарушения, связанные с расхождением между заявленными и фактическими массами образованных и размещенных отходов.

¹ Распоряжение Правительства РФ от 21.12.2023 № 3745-р (в ред. от 17.06.2024) «Об утверждении Концепции совершенствования контрольной (надзорной) деятельности до 2026 г.».

² Федеральный закон от 31.07.2020 № 248-ФЗ «О государственном контроле (надзоре) и муниципальном контроле в Российской Федерации».

Архитектура государственной информационной системы цифровой верификации данных об отходах

В ответ на обозначенные вызовы предлагается разработка государственной информационной системы (ГИС), функционально разделенной на две логически взаимосвязанные, но операционно обособленные подсистемы.

Подсистема № 1 «Внутренний учет и нормирование образования отходов» предназначена для использования хозяйствующими субъектами. В ее рамках осуществляется автоматизированная загрузка данных о закупках сырья из дополнения к конфигурации «1С: Бухгалтерия» – «Закупки». Кроме того, пользователь вводит наименования и количество выпускаемой продукции, а также задает коэффициенты переработки сырья в готовую продукцию, выраженные в процентах. На основании указанных сведений подсистемой автоматически рассчитываются нормативы образования отходов по методу материально-сырьевого баланса³. В части учета образующихся и размещаемых отходов хозяйствующие субъекты посредством Личного кабинета природопользователя представляют:

- заявку о постановке на государственный учет объекта, оказывающего НВОС, содержащую сведения об обращении с отходами по каждому виду и классу опасности отходов⁴;
- разрешительную документацию (комплексное экологическое разрешение или декларацию о воздействии на окружающую среду) для объектов НВОС I и II категории, устанавливающую нормативы образования отходов, а также запрашиваемые лимиты на их размещение⁵;
- декларацию о плате за НВОС, представляющую собой сводную отчетную форму, в рамках которой природопользователь отражает объемы оказанного воздействия (в частности, в ней указываются сведения о массе образованных отходов в отчетном году, а также лимиты на их размещение⁶), консолидирующую сведения из иных форм экологической отчетности и служащую основанием для исчисления платы за НВОС;
- отчет об организации и о результатах осуществления производственного экологического контроля; в раздел, касающийся образования и размещения отходов, вносятся сведения о массе образованных и размещенных отходов за отчетный год⁷;
- первичные статистические данные по форме № 2-ТП (отходы), которые подаются за каждый отчетный год и содержат сведения о массе образованных и размещенных отходов⁸.

³ Приказ Минприроды России от 07.12.2020 № 1021 (в ред. от 30.10.2024) «Об утверждении методических указаний по разработке проектов нормативов образования отходов и лимитов на их размещение».

⁴ Федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды»; Приказ Минприроды России от 12.08.2022 № 532 «Об утверждении формы заявки о постановке объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, на государственный учет, содержащей сведения для внесения в государственный реестр объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, в том числе в форме электронных документов, подписанных усиленной квалифицированной электронной подписью».

⁵ Приказ Минприроды России от 22.10.2021 № 780 (в ред. от 26.09.2024) «Об утверждении формы заявки на получение комплексного экологического разрешения и формы комплексного экологического разрешения»; Приказ Минприроды России от 19.03.2025 № 117 «Об утверждении формы декларации о воздействии на окружающую среду и порядка ее заполнения, в том числе в форме электронного документа, подписанного усиленной квалифицированной электронной подписью».

⁶ Федеральный закон от 24.06.1998 № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления»; Приказ Минприроды России от 10.12.2020 № 1043 (в ред. от 29.04.2025) «Об утверждении Порядка представления декларации о плате за негативное воздействие на окружающую среду и ее формы и о признании утратившими силу приказов Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 9 января 2017 г. № 3 и от 30 декабря 2019 г. № 899».

⁷ Приказ Минприроды России от 15.03.2024 № 173 «Об утверждении формы отчета об организации и о результатах осуществления производственного экологического контроля»; Приказ Минприроды России от 18.02.2022 № 109 (в ред. от 12.05.2025) «Об утверждении требований к содержанию программы производственного экологического контроля, порядка и сроков представления отчета об организации и о результатах осуществления производственного экологического контроля».

⁸ Приказ Росстата от 06.11.2025 № 614 «Об утверждении формы федерального статистического наблюдения № 2-ТП (отходы) «Сведения об образовании, обработке, утилизации, обезвреживании, размещении отходов производства и потребления» и указаний по ее заполнению».

Следует отметить, что комплексное экологическое разрешение и декларация о воздействии на окружающую среду представляют собой разрешительные документы, не содержащие информации о фактических годовых массах образования, передачи и размещения отходов. Отсутствие фактических данных препятствует достоверной оценке реального НВОС и не позволяет рассматривать такую оценку в качестве достоверной и отражающей фактическую экологическую обстановку. Указанные в разрешительных документах нормативы образования отходов носят прогнозный характер и отражают планируемые (или максимально возможные) массы, которые могут быть образованы в ходе хозяйственной деятельности. Вследствие этого данные нормативы зачастую являются завышенными, что обуславливает существенное расхождение между значениями, зафиксированными в разрешительной документации, и показателями, отраженными в ежегодной отчетности в части обращения с отходами.

Кроме того, сведения из заявок о постановке объекта на государственный учет и комплексных экологических разрешений в настоящее время не интегрированы в базы данных Росприроднадзора. Отсутствие доступа к цифровым данным делает невозможным использование данных документов в аналитических и прогностических целях, в том числе при выборе индикаторов рисков.

Применение формы статистического наблюдения № 2-ТП (отходы) в целях выявления индикаторов рисков ограничено положениями Федерального закона № 282-ФЗ⁹, в соответствии с которым первичные статистические данные, содержащие сведения о конкретных респондентах, относятся к информации ограниченного доступа и не подлежат раскрытию или использованию в целях, не связанных с формированием официальной статистической информации. Следовательно, показатели, предоставляемые по форме № 2-ТП (отходы), не могут быть использованы в качестве источников данных для формирования индикаторов экологических рисков без согласия респондента, что исключает возможность применения данной формы отчетности при разработке системы оценки и управления экологическими рисками в надзорной деятельности. Таким образом, в качестве источника индикатора риска представляется целесообразным интегрирование данных отчетов об организации и о результатах осуществления производственного экологического контроля в ГИС, включая автоматический расчет среднегодовых масс образования каждого из заявляемых наименований отходов статистическим методом.

Подсистема № 2 «Государственный мониторинг и контроль обращения с отходами» функционирует в режиме совместного доступа хозяйствующего субъекта и Росприроднадзора. В нее автоматически передаются данные Подсистемы № 1 (за исключением сведений о закупках сырья, количестве производимой продукции и процентном распределении сырьевых компонентов) в целях обеспечения конфиденциальности коммерческой информации. Главной функцией подсистемы является контроль (надзор) за достоверностью и обоснованностью заявленных субъектом масс образованных и размещенных отходов. В случае выявления расхождений между рассчитанными нормативами и среднестатистическими показателями или при отсутствии фактического образования одного из заявленных ранее отходов в отчетном периоде данный отход автоматически классифицируется подсистемой как находящийся в «зоне риска», что может служить основанием для дополнительной проверки.

Предлагаемая ГИС предусматривает реализацию обратной интеграции данных из Подсистемы № 2 в Личный кабинет природопользователя. Такой механизм обеспечивает автоматическое заполнение всех форм отчетностей, касающихся обращения с отходами, на основе актуальной информации, поступающей из данной Подсистемы.

Хозяйствующий субъект в рамках Подсистемы № 1 обладает правом добавления новых наименований и кодов в соответствии с Федеральным классификационным каталогом отходов, не заявляемых ранее в его отчетности. Однако в Подсистеме № 2 возможность редактирования данных отсутствует: любые изменения требуют направления официального запроса в Росприроднадзор с соответствующим обоснованием, что обеспечивает контроль за целостностью и достоверностью информации, предоставляемой хозяйствующими субъектами в целях государственного экологического контроля (надзора). Структурная схема ГИС цифровой верификации данных об отходах представлена на рисунке 1.

⁹ Федеральный закон от 29.11.2007 № 282-ФЗ «Об официальном статистическом учете и системе государственной статистики в Российской Федерации».

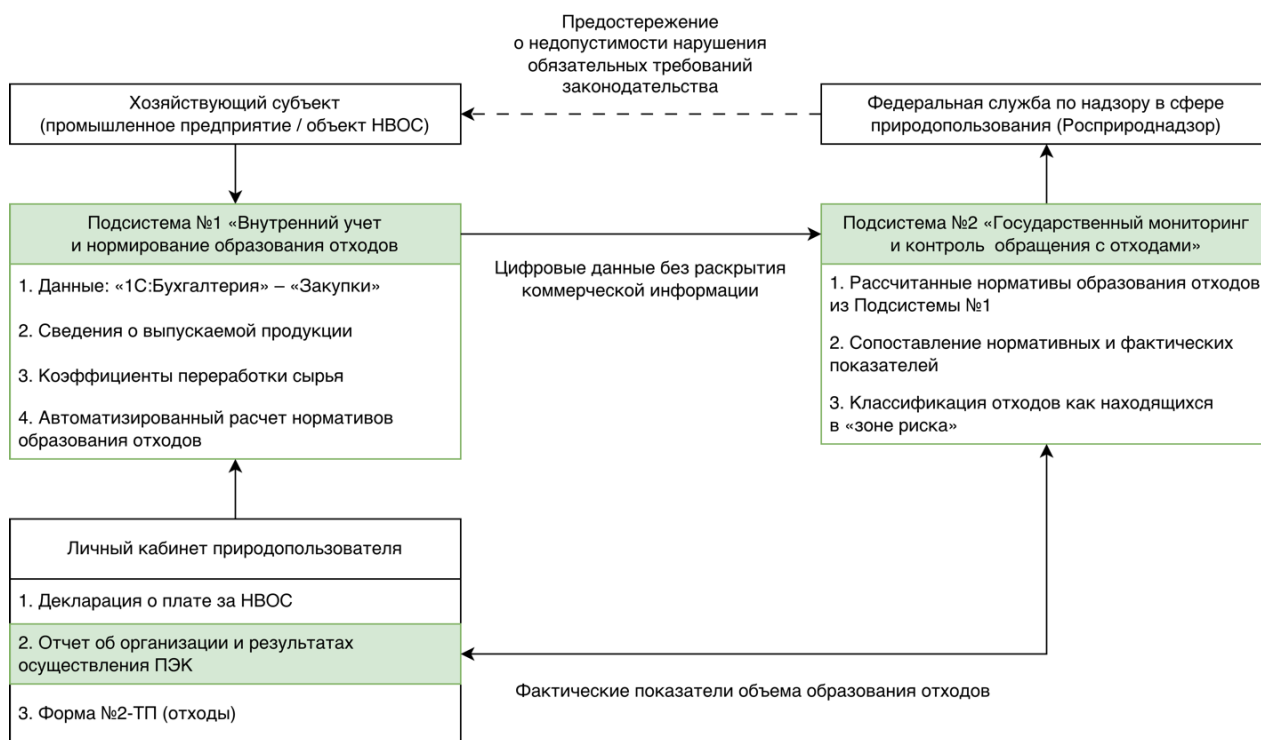


Рис. 1. Структурная схема ГИС цифровой верификации данных об отходах

Выводы

В ходе исследования разработана архитектура ГИС цифровой верификации данных об отходах, направленная на реализацию риск-ориентированного подхода государственного экологического контроля (надзора). Предлагаемая система основана на функциональном разделении процессов внутреннего учета хозяйствующих субъектов и государственного мониторинга, что обеспечивает как достоверность формируемых данных, так и защиту конфиденциальной коммерческой информации.

Ключевым результатом работы является формирование механизма автоматизированного расчета нормативов образования отходов на основе метода материально-сырьевого баланса и их последующего сопоставления с фактическими показателями, получаемыми в рамках производственного экологического контроля. Такое сопоставление позволяет выявлять устойчивые расхождения между расчетными и фактическими значениями, которые не являются прямым нарушением обязательных требований, но служат объективным индикатором повышенной вероятности их нарушения. Тем самым создается основа для формирования воспроизводимых и прозрачных индикаторов риска, соответствующих требованиям действующего законодательства и концепции совершенствования контрольно-надзорной деятельности.

Дополнительным преимуществом предложенной архитектуры является реализация механизма обратной интеграции данных в Личный кабинет природопользователя, обеспечивающего автоматическое формирование отчетных форм в сфере обращения с отходами. Это позволяет существенно снизить административную нагрузку на хозяйствующие субъекты, минимизировать влияние человеческого фактора и повысить согласованность данных, используемых в различных видах экологической отчетности.

ГИС целесообразно развивать по следующим направлениям.

Во-первых, перспективным является углубление методического аппарата цифровой верификации данных об отходах за счет разработки формализованных критериев отнесения отходов к «зоне риска». Это предполагает определение пороговых значений допустимых отклонений между нормативными и фактическими показателями с учетом отраслевой специфики, класса опасности отходов и категории объекта НВОС;

Во-вторых, актуальна задача развития аналитической подсистемы за счет применения методов статистического анализа и интеллектуальной обработки данных. Использование многолетних рядов отчетных данных производственного экологического контроля позволит выявлять аномалии, устойчивые

тренды и нетипичные изменения в объемах образования отходов, что повысит прогностический потенциал системы и обоснованность принимаемых надзорных решений.

Реализация и развитие ГИС цифровой верификации данных об отходах по указанным направлениям способно обеспечить качественный переход от формального контроля в сфере обращения с отходами к интеллектуальной модели государственного экологического надзора, основанной на достоверных цифровых данных и объективной оценке экологических рисков.

Литература

1. Гемуев Ш. Ш., Воротников С. А. Роботизированный комплекс сортировки твердых бытовых отходов // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. 2019. № 2 (46). С. 194–207. DOI: 10.21672/2074-1707.2019.46.2.194-207. EDN: RBTHAS
2. Башкатов Д. А., Русинов Р. А., Полулях Л. А. Подходы к применению искусственного интеллекта для сортировки твердых отходов в России // Международный научно-исследовательский журнал. 2025. № 1 (151). DOI: 10.60797/IRJ.2025.151.72. EDN: PZCRIY
3. Шеин В. А., Редин И. В. Применение баков с автоматической сортировкой мусора в городской среде // Colloquium-Journal. 2019. № 27 (51). С. 131–133. DOI: 10.24411/2520-6990-2019-11027. EDN: YKXDWG
4. Колесников Р. В. Совершенствования статистического обеспечения деятельности по управлению твердыми коммунальными отходами с использованием процессов цифровизации // Экономика и экологический менеджмент. 2021. № 4. С. 131–141. DOI: 10.17586/2310-1172-2021-14-4-131-141. EDN: FTUPVB

Материалы статьи были представлены на VI Всероссийской научно-технической и научно-методической конференции магистрантов, аспирантов и их руководителей «Перспективные телекоммуникационные технологии и развитие цифровых кластеров в России и мире (ПКМ 2025)».

**Статья поступила 19 декабря 2025 г.
Одобрена после рецензирования 29 января 2026 г.
Принята к публикации 20 февраля 2026 г.**

Информация об авторах

Ушакова Александра Романовна – студент 1-го курса магистратуры (группа МЭП-2511) Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича. E-mail: ushakova.ar@sut.ru

Казанцева Анна Геннадьевна – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры экологической безопасности телекоммуникаций Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича. E-mail: kazanceva.ag@sut.ru

Designing the Architecture of a State Information System as a Tool for Digital Verification of Waste Data

A. Ushakova ✉, A. Kazantseva

The Bonch-Bruевич Saint Petersburg State University of Telecommunications,
St. Petersburg, 193232, Russian Federation

Problem statement. *The modern model of state environmental supervision is moving from frequency control to a risk-based approach that requires reliable and verifiable digital data. In the field of waste management, the discrepancy between the declared and actual waste masses remains an urgent problem, which makes it difficult to objectively assess the environmental impact of facilities. **The purpose of the research** is to develop the architecture of a state information system that provides digital verification of waste data and automatic identification of risk indicators based on reliable data sources. An **element of scientific and applied novelty** is the proposed system architecture that combines automated calculation of waste generation standards and an evidence-based digital verification mechanism. Unlike existing approaches, this solution eliminates the need for manual data processing and ensures the formation of reliable, reproducible risk indicators that meet the requirements of the risk-based approach of state environmental supervision. **Results.** The architecture of the state information system is proposed, which includes a subsystem of internal accounting for business entities and a subsystem of monitoring for the Federal Service for Supervision of Natural Resources. The first subsystem automatically calculates waste generation standards based on data from “1C: Buhgalteria” and information about products. The second subsystem compares the calculated standards with actual data from reports on the organization and on the results of industrial environmental control, identifying discrepancies and classifying waste as being in the “risk zone”. Data integration takes place while maintaining the confidentiality of commercial information. The system also provides reverse integration by automatically filling out reporting forms in the user’s Personal Account. **Practical significance.** The implementation of the system will increase the accuracy of environmental accounting, reduce the administrative burden, enhance data transparency and ensure the priority of supervision in relation to facilities with the greatest risks of violations of mandatory requirements.*

Key words: *the Federal Service for Supervision of Natural Resources, controlled facilities, risk indicators, waste management, digitalization, state information system*

Information about Authors

Ushakova Alexandra – 1st Year Master’s Student (The Bonch-Bruевич Saint Petersburg State University of Telecommunications). E-mail: ushakova.ar@sut.ru

Kazantseva Anna – Ph. D. of Engineering Sciences, Associate Professor, Associate Professor at the Department of Environmental Safety in Telecommunications (The Bonch-Bruевич Saint Petersburg State University of Telecommunications). E-mail: kazanceva.ag@sut.ru