

оригинальная статья

УДК 626.882:004.91

<https://doi.org/10.26897/1997-6011-2026-1-72-79>

ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ РЫБОЗАЩИТНЫМИ СООРУЖЕНИЯМИ ВОДОЗАБОРОВ: АРХИТЕКТУРА И ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ

Н.А. Мякшин^{1✉}, П.А. Михеев²

^{1, 2} Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева; Институт мелиорации, водного хозяйства и строительства имени А.Н. Костякова; Москва, Российская Федерация

¹ miakshin_na@rgau-msha.ru; <https://orcid.org/0009-0009-2921-2895>

² mikheev.pa@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0003-2041-1790>

Аннотация. Наличие информационных разрывов в иерархии взаимодействия Федерального агентства по рыболовству (Росрыболовство), территориальных органов и собственников или эксплуатирующих водозаборы организаций является одной из проблем управления рыбозащитными сооружениями (РЗС). Цель исследований – разработка концепции информационно-аналитической системы (ИАС) управления рыбозащитными сооружениями водозаборов, включающей в себя архитектуру системы, схему иерархического управления, описание программно-технологических компонентов и, в частности, применение нейросетевых моделей для обработки неструктурированных данных. Предложена архитектура системы, основанная на трехуровневой структуре (слой данных, аналитическое ядро, интерфейсы взаимодействия), обеспечивающая сквозной контроль функционирования рыбозащитных сооружений без дополнительного оборудования. В качестве инновационного компонента реализована интеграция большой языковой модели Gemma 3 (27 млрд параметров) для автоматизированного распознавания «сырых» документов и унифицированного занесения сведений эксплуатирующих организаций в единую базу данных. Методология разработки включает в себя интеграцию с существующими источниками информации (гидрологические посты, ихтиологические станции, IoT-датчики). Система адаптирована к условиям эксплуатации водных объектов: поддерживает гетерогенные форматы входных данных, функционирует в гибридном режиме (автоматические рекомендации с возможностью ручного переопределения) и не требует замены имеющейся инфраструктуры. Внедрение ИАС обеспечивает сокращение времени реакции на изменение гидрологических условий с нескольких суток до нескольких часов, минимизирует операционные риски, вызванные ручным вводом информации, и оптимизирует затраты на техническое обслуживание рыбозащитных сооружений.

Работа выполнена при поддержке Минобрнауки России в рамках соглашения № 075-15-2022-317 от 20 апреля 2022 г. о предоставлении гранта в форме субсидий из федерального бюджета на осуществление государственной поддержки создания и развития научного центра мирового уровня «Агротехнологии будущего».

Ключевые слова: рыбозащитные сооружения, информационно-аналитическая система, цифровая трансформация, нейросетевые технологии

Для цитирования: Мякшин Н.А., Михеев П.А. Информационно-аналитическая система управления рыбозащитными сооружениями водозаборов: архитектура и технологическая реализация. Природообустройство. 2026;Т.19(1):72-79. <https://doi.org/10.26897/1997-6011-2026-1-72-79>

Scientific article

INFORMATION AND ANALYTICAL MANAGEMENT SYSTEM FOR FISH PROTECTION STRUCTURES OF WATER INTAKES: ARCHITECTURE AND TECHNOLOGICAL IMPLEMENTATION

N.A. Myakshin^{1✉}, P.A. Mikheev²

^{1,2} FGBOU VO Russian State Agrarian University – Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev; A.N. Kostyakov Institute of Land Reclamation, Water Management and Construction; Moscow, Russian Federation

¹ miakshin_na@rgau-msha.ru; <https://orcid.org/0009-0009-2921-2895>

² mikheev.pa@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0003-2041-1790>

Abstract. The presence of information gaps in the hierarchy of interaction between the Federal Agency for Fisheries (Rosrybolovstvo), territorial authorities and owners or organizations operating water intakes is one of the problems of managing fish protection structures (FPS). The purpose of the work is to develop the concept of an information and analytical system (IAS) for managing fish protection structures of water intakes, including the architecture of the system, a hierarchical management scheme, a description of software and technological components, and, in particular, the use of neural network models for processing unstructured data. The architecture of the system is proposed, based on a three-level structure (data layer, analytical core, interaction interfaces), providing end-to-end monitoring of the functioning of fish protection facilities without additional equipment. As an innovative component, the integration of the large Gemma 3 language model (27 billion parameters) has been implemented for automated recognition of “raw” documents and unified data entry of operating organizations into a single database. The development methodology includes integration with existing information sources (hydrological posts, ichthyological stations, IoT sensors). The system is adapted to the operating conditions of water bodies: it supports heterogeneous input data formats, operates in a hybrid mode (automatic recommendations with the possibility of manual redefinition) and does not require replacement of the existing infrastructure. The introduction of IAS reduces the reaction time to changes in hydrological conditions from several days to several hours, minimizes operational risks caused by manual input of information, and optimizes maintenance costs for fish protection facilities.

The work was carried out with the support of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation within the framework of the agreement No 075-15-2022-317 dated April 20, 2022 on the provision of a grant in the form of subsidies from the federal budget for the implementation of state support for the creation and development of the world-class scientific center "Agrotechnologies of the Future".

Keywords: fish protection structures, information and analytical system, digital transformation, neural network technologies

For citation: Myakshin N.A., Mikheev P.A. Information and analytical management system for fish protection structures of water intakes: architecture and technological implementation. *Prirodoobustroystvo*. 2026;19(1):72-79. (In Russ.) <https://doi.org/10.26897/1997-6011-2026-1-72-79>

Введение. Изъятие значительных объемов воды внутренних водоемов, связанных с решением технологических задач в энергетике, ирригации, водоснабжении и др., при нарушении условий естественного обитания гидробионтов включая пути миграции рыб и гибель в водоприемниках водозаборных сооружений, является одной из актуальных проблем современного гидротехнического строительства [1-3]. Многочисленность водозаборов с рыбозащитными сооружениями, разнообразие конструктивно-технических характеристик и гидравлично-биологических условий, а также диапазон производительности от нескольких литров до сотен кубических метров в секунду делают процесс управления рыбоохранным комплексом весьма

сложной научно-технической задачей. В этой связи вопросы оптимизации рыбохозяйственной информации, математического моделирования процессов управления водными ресурсами и технологиями защиты рыб были [4-8] и остаются актуальными [9-13]. Однако несмотря на имеющуюся законодательную базу [14], эти подходы не интегрируются в единую управляющую среду, ориентированную на специфические задачи защиты рыб.

Ключевой пробел в современной практике состоит в отсутствии сквозной информационной платформы, которая объединяла бы данные: от федерального уровня (Росрыболовство) до конкретных водозаборов и РЗУ, обеспечивая оперативное принятие управленческих решений.

Цель исследований: разработка концепции информационно-аналитической системы управления рыбозащитными сооружениями водозаборов, включающей в себя архитектуру системы, схему иерархического управления, описание программно-технологических компонентов и, в частности, применение нейросетевых моделей для обработки неструктурированных данных.

Материалы и методы исследований.

Архитектура информационно-аналитической системы. Разрабатываемая информационно-аналитическая система предназначена для централизованного управления рыбозащитными сооружениями водозаборов в соответствии с трехуровневой архитектурой: слой источников данных, аналитическое ядро, интеграционный и пользовательский уровни.

Слой источников данных. Интегрируется информация из разнородных источников без необходимости переоснащения имеющейся инфраструктуры (ихтиологические станции территориальных управлений, гидрологические посты, технический мониторинг водозаборов и др.). Входными данными являются гидрологические показатели водного объекта (скорость течения, расход, глубина, ширина, температура, мутность) и ихтиологическая обстановка (концентрация, размерно-видовой состав, пространственно-временная структура ската молоди рыб), а также компоновки и технические характеристики водозаборных узлов (сезонный и суточный режимы работы оборудования, расходы, типы водоприемников, конструкции насосов и др.). Система не требует инсталляции нового оборудования, что минимизирует капитальные затраты на внедрение.

Аналитическое ядро формируется из четырех взаимосвязанных модулей. Модуль прогнозирования применяет алгоритмы анализа временных рядов (ARIMA, экспоненциальное сглаживание) для оценки изменений гидрологических условий и показателей ската молоди рыб на горизонте 1-7 суток на основе статистических данных и текущих параметров. Модуль распознавания данных, реализованный на основе нейросетевой модели Gemma 3 (27 млрд параметров), автоматически извлекает релевантную информацию из неструктурированных служебных документов эксплуатирующих организаций (служебные записки, акты проверок, протоколы измерений), преобразуя ее в структурированный формат SQL для занесения в базу данных. Модуль принятия решений анализирует выходные данные прогнозистического и распознавательного модулей, генерируя рекомендации по корректировке режимов

работы рыбозащитных сооружений в соответствии с утвержденной нормативной базой (например, изменение технических параметров экрана при превышении критического значения скорости потока, переход на режим периодической промывки при наличии засорения и др.). Модуль отчетности автоматизирует формирование регламентных отчетов для различных уровней управления: детальные дашборды для персонала водозаборов (в реальном времени), промежуточные сводки для территориальных управлений (ежедневно), аналитические обзоры для Росрыболовства (ежемесячно, ежеквартально).

Интеграционный и пользовательский уровни обеспечивают доступ к системе для всех участников управления. Веб-портал для территориальных управлений отображает состояние водозаборных узлов в реальном времени с возможностью фильтрации по бассейнам, типам устройств и показателям эффективности. Мобильное приложение для инженеров позволяет управлять режимами работы рыбозащитных сооружений водозаборов через смартфон, а также фиксировать дополнительные наблюдения (визуальная оценка засорения, поведение рыб и др.). REST API обеспечивает интеграцию с ГИС-сервисами Росрыболовства и существующими управлениями водного хозяйства (водопотребителями), что позволяет избежать дублирования функциональности.

Применение нейросетевых технологий для обработки данных. Данный метод с применением LLM уже был применен и апробирован в другой отрасли [15]. Нейросетевая модель Gemma 3 (27 млрд параметров) применяется как специализированный компонент для обработки неструктурированных текстовых данных, поступающих от эксплуатирующих организаций. Основной объем информации о состоянии рыбозащитных сооружений документируется в виде служебных записок, актов проверок, протоколов измерений, которые содержат как структурированные элементы (даты, числовые показатели), так и нарративный текст. В процессе исследований планируется проверка гипотезы применения меньшей по количеству параметров модели ИИ и других ее видов.

Схема иерархического управления. Система реализует четырехуровневую структуру управления, обеспечивающую сквозную информационную связь и координацию действий. На первом (федеральном) уровне Росрыболовства определяются стратегические цели: утверждение нормативов эффективности рыбозащитных устройств (например, по размерному составу

рыб), распределение финансирования на модернизацию, мониторинг исполнения региональных программ. Система автоматически генерирует сводные отчеты по территориальным управлениям и бассейнам, выявляя объекты с критически низкой эффективностью защиты.

На втором (региональном) уровне территориальные управления Росрыболовства осуществляют оперативный контроль: сбор данных о водозаборных узлах, анализ соответствия или нарушений режимов работы рыбозащитных устройств нормативным требованиям, информация о применяемых санкциях, координация взаимодействия объектов в рамках одного речного бассейна. При обнаружении аномалии (например, резкое снижение показателей ската рыб на участке) система активирует проверку всех водозаборов региона и предлагает варианты корректировки режимов.

На третьем (операционном) уровне водохозяйственные организации обеспечивают прямое управление водозаборными узлами и рыбозащитными сооружениями. ИАС предоставляет им персонализированные дашборды, показывающие состояние оборудования, рекомендации по корректировке режимов и статистику эффективности защиты рыб. Система также отправляет оповещения об отклонениях от штатных параметров (например, превышение критического уровня засорения экрана), позволяя персоналу оперативно реагировать.

На четвертом (физическом) уровне рыбозащитного сооружения ИАС транслирует управляющие команды исполнительным механизмам (двигателям, насосам, затворам и др.), если устройства оснащены системами дистанционного управления, или направляет рекомендации оператору для ручного регулирования. Одновременно фиксируются метрики эффективности: количество защищенных рыб (на основе визуальных наблюдений или счетных устройств при их наличии), время работы оборудования, объем подачи воды на рыбоотводящие устройства и др.

Обратная связь между уровнями реализуется следующим образом: данные с водозаборов передаются в соответствии с утвержденными сроками (ежедневно, еженедельно, ежеквартально) в территориальные управления, оттуда – в Росрыболовство, а нормативные корректировки и стратегические указания передаются вниз по иерархии в течение 1-2 рабочих дней.

Методология разработки и интеграция с существующими системами. Процесс разработки ИАС следует методологии гибкой разработки (Agile), позволяющей проводить итеративное

внедрение функциональности короткими циклами (спринтами). На первом этапе (3-4 месяца) реализуются базовая версия модуля отчетности и интеграция с внешними источниками данных. На втором этапе (3-4 месяца) добавляются компоненты прогнозирования и анализа. На третьем этапе (2-3 месяца) интегрируется модуль распознавания данных на основе Gemma 3. На четвертом этапе (2 месяца) производится пилотное внедрение на выбранных объектах.

Результаты и их обсуждение. *Функциональные возможности и преимущества системы.* Функциональность ИАС решает ряд следующих критических задач управления водозаборами и рыбозащитными сооружениями:

Во-первых, автоматизация сбора данных. Традиционно информация о состоянии рыбозащитных сооружений собирается посредством периодических инспекций и ручного заполнения отчетов. ИАС осуществляет непрерывный мониторинг из множества источников (гидрологические посты, ихтиологические станции, IoT-датчики, служебные документы), унифицирует данные и делает их доступными в реальном времени. Применение Gemma 3 позволяет автоматизировать процесс извлечения информации из неструктурированных служебных документов, что в настоящее время требует ручной обработки.

Во-вторых, сокращение времени реакции. В текущей практике регулирование режимов насосных станций и рыбозащитных сооружений в ответ на изменение гидрологических условий занимает несколько суток (от момента выявления проблемы до принятия решения и его реализации). Использование ИАС сокращает этот интервал до нескольких часов, поскольку система автоматически рекомендует оптимальные режимы работы на основе прогностических моделей.

В-третьих, повышение информированности всех уровней управления. Каждый уровень (от оператора водозабора до Росрыболовства) получает подготовленную для своего уровня информацию в удобном формате. Операторы видят рекомендации относительно конкретных действий, территориальные управления – сводные показатели по бассейнам, федеральное агентство – стратегические индикаторы эффективности рыбозащиты в масштабе страны.

В-четвертых, снижение операционных рисков. Автоматизация уменьшает вероятность ошибок, связанных с ручным вводом данных (исключение ошибок составляет 85-90% при использовании Gemma 3), минимизирует влияние субъективных факторов при принятии решений, обеспечивает прозрачность всех операций (полная

история действий сохраняется в журнале событий).

Сводные данные предлагаемого решения указаны в таблице.

Описание веб-портальных и интерфейсных компонентов. На рисунке представлена архитектура разрабатываемой информационно-аналитической системы, включающая в себя 4 основных компонента: слой источников данных, аналитическое ядро, интеграционный и пользовательский уровни, а также иерархию управления.

Технологическая реализация ИАС включает в себя следующие компоненты: Backend системы на основе микросервисной архитектуры с использованием Python (FastAPI/Django для REST API), PostgreSQL для хранения

структурированных данных, MongoDB для хранения неструктурированных документов. Контейнеризация реализуется через Docker, что обеспечивает портативность и упрощает развертывание на различных серверах. Оркестрация контейнеров осуществляется с использованием Kubernetes, обеспечивая автоматическое масштабирование при возрастании нагрузки.

Frontend представлен веб-приложением на React.js и мобильным приложением на React Native, обеспечивающих кроссплатформенность (iOS, Android). Интерфейсы будут предусматривать эргономику и специфику работы на местах эксплуатации: крупный шрифт, контрастные цвета, функции работы в режиме офлайн с последующей синхронизацией при восстановлении соединения.

Таблица 1. Сравнение с альтернативными подходами

Table 1. Comparison with alternative approaches

Aspect	Традиционный подход <i>Traditional approach</i>	Локальные системы мониторинга <i>Local monitoring systems</i>	Предложенная ИАС* <i>Proposed IAS*</i>
Время сбора данных <i>Time of data collection</i>	3-7 дней <i>3-7 days</i>	1-2 дня <i>1-2 days</i>	15-30 минут <i>15-30 minutes</i>
Точность данных <i>Data Accuracy</i>	85-90%	92-95%	98-99%
Подготовка отчёта <i>Preparation of the report</i>	2-3 дня <i>2-3 days</i>	4-6 часов <i>4-6 hours</i>	15-30 минут (автоматически) <i>15-30 minutes (automatically)</i>
Масштабируемость <i>Scalability</i>	Ограничена (+ затраты на каждый объект) <i>Limited (+ cost per every object)</i>	Локальная привязка <i>Local snapping</i>	Линейная (+ API для новых объектов) <i>Linear (+ API for objects)</i>
Возможность прогнозирования <i>Predictability</i>	Отсутствует <i>Absent</i>	Локальное предсказание <i>Local prediction</i>	Интегрированное краткосрочное и среднесрочное прогнозирование <i>Integrated short- and medium-term forecasting</i>
Интеграция с управлением РЗУ <i>Integration with FPC</i>	Отсутствует <i>Absent</i>	Минимальная <i>Minimal</i>	Полная автоматизация рекомендаций <i>Fully automated recommendations</i>
Расходы на внедрение <i>Implementation costs</i>	Низкие (организационные) <i>Low (organizational)</i>	Средние (сенсоры, контроллеры) <i>Medium (sensors, controllers)</i>	Средние-высокие (ИТ-инфраструктура) <i>Medium-high (IT infrastructure)</i>
Расходы на содержание <i>Maintenance costs</i>	Средние (персонал) <i>Medium (staff)</i>	Средние-высокие (техническая поддержка) <i>Medium-high (technical support)</i>	Низкие (облачные сервисы) <i>Low (cloud services)</i>

* По аналогии с данными, приведенными в работе [15]

* By analogy with the data given in the paper [15]

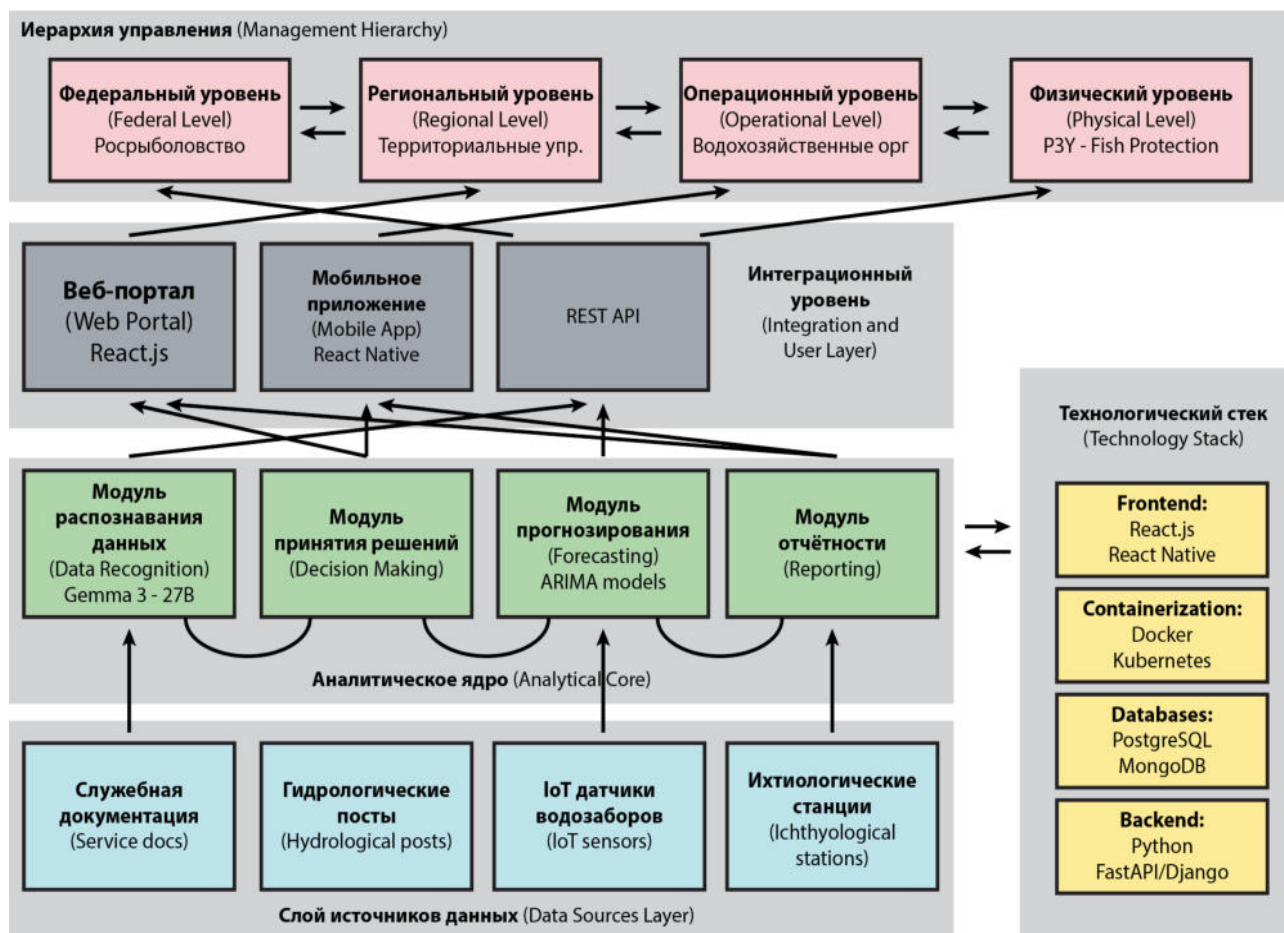


Рис. Трехуровневая архитектура ИАС управления РЗС с интеграцией иерархии управления

Fig. Three-level architecture of the IAS of the FPS control system with management hierarchy integration

Модуль прогнозирования реализуется на Python с использованием библиотек scikit-learn, statsmodels, TensorFlow/Keras для построения моделей временных рядов.

Иерархия управления (верхний уровень) реализует четырехуровневую структуру координации: федеральный уровень (Росрыболовство) определяет стратегические цели и нормативы; региональный уровень (территориальные управления) осуществляет оперативный контроль в рамках речных бассейнов; операционный уровень (водохозяйственные организации) обеспечивает прямое управление водозаборными узлами; физический уровень (рыбозащитные сооружения) реализует управляющие команды. Двусторонняя информационная связь между уровнями обеспечивает сквозной мониторинг и координацию действий.

Практические ограничения и пути их преодоления. Ограничение 1 – зависимость от качества входных данных. ИАС требует поступления данных от гидрологических служб и служебной документации систематически. Задержки или

пропуск передачи информации могут привести к недостаточно точным прогнозам и рекомендациям.

Решение: внедрение резервных каналов передачи данных, автоматическая детекция аномалий и пропусков, система уведомлений об отклонениях от расписания.

Ограничение 2 – опасность чрезмерной автоматизации. Оператор сооружения может потерять навыки ручного управления водозаборами и рыбозащитными сооружениями, если всегда полагается на автоматические рекомендации.

Решение: гибридный режим работы, когда система предлагает варианты действий, но не блокирует ручное управление. Обязательное обучение персонала через интерактивные материалы, интегрированные в мобильное приложение.

Ограничение 3 – нестабильность интернет-соединения в удаленных районах. Передача рекомендаций от ИАС к водозаборами и рыбозащитным сооружениям может быть прервана.

Решение: локальное кэширование данных и рекомендаций на уровне водозабора, синхронизация при восстановлении связи, возможность работы в автономном режиме с минимальным функционалом.

Интеграция с внешними источниками. ИАС предусматривает возможность расширения за счет подключения данных из других государственных систем. В перспективе возможна интеграция с базами данных Роспотребнадзора (качество воды), Минприроды (охраняемые виды, статус популяций), метеорологических служб (долгосрочные прогнозы), порталной системы Минсельхоза (информация о квотах и лицензиях на ловлю). Это позволит ИАС принимать более информированные управленческие решения.

Список использованных источников

1. Дубинина В.Г. Требования рыбного хозяйства при управлении режимами водохранилищ // Экосистемы: экология и динамика. 2019. Т. 3, № 1. С. 67-97. EDN: LEPNRA
2. Павлов Д.С., Скоробогатов М.А. Миграции рыб в зарегулированных реках: Монография. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2014. 413 с. EDN: TZCLYD
3. Инструкция о порядке осуществления контроля за эффективностью рыбозащитных устройств и проведению наблюдений за гибелью рыбы на водозаборных сооружениях. М.: Комитет РФ по рыболовству; ЦВРЭН Главрыбвода, 1995. 20 с.
4. Лукьянов Н.К., Столярова Е.М. Имитационная модель популяции полупроходных рыб в условиях зарегулированного стока реки. М.: ВЦ АН СССР, 1982. С. 139-146.
5. Гурин Л.Г., Ребенок В.Н. Оптимизация управления рыбохозяйственным попуском. М.: ВЦ АН СССР, 1985. 51 с.
6. Михеев П.А., Жидовинов В.И., Эрслер А.Л. О паспортизации рыбозащитных устройств водозаборов страны // Сооружения рыбопропускных и рыбозащитных комплексов: Сборник научных трудов. Новочеркасск: НИМИ, 1987. С. 83-89
7. Гордеев С.Р., Михеев П.А. Об одной модели ската молоди рыб в простой речной системе // Рыбозащитные сооружения и устройства: Сборник научных трудов. Новочеркасск, 1989. С. 117-124.
8. Иванов П.В., Михеев П.А. Создание и функционирование прототипа автоматизированного банка данных водозаборов Азовского бассейна // Повышение эффективности использования водных ресурсов в сельском хозяйстве: Тезисы конференции. Новочеркасск, 1989. С. 200-202.
9. Орлов Н.В. Геоинформационные системы в управлении водными ресурсами // Современные технологии: актуальные вопросы, достижения и инновации: Сборник статей XXXII Международной научно-практической конференции (Пенза, 25 ноября 2019 г.). Пенза: «Наука и Просвещение» (ИП Гуляев Г.Ю.), 2019. С. 58-60. EDN: QCBKGG
10. Ахмединов С.Н. Факторы воздействия на популяции рыб в водоемах особо охраняемых природных территорий // Биоразнообразие, рациональное использование

Выводы

Предлагаемая концепция информационно-аналитической системы управления рыбозащитными сооружениями представляет собой комплексный подход к интеграции технологий и управленческих процессов, адресующий критические проблемы современной практики рыбозащиты в гидротехническом строительстве. Архитектура системы, основанная на принципах иерархического управления и многоуровневой интеграции данных, позволит преодолевать информационный разрыв между Росрыболовством, территориальными управлениями и эксплуатирующими организациями, что обеспечит возможность принятия обоснованных решений в режиме реального времени.

References

1. Dubinina V.G. Requirements of fisheries in the management of reservoir regimes // ECOSYSTEMS: ECOLOGY AND DYNAMICS, 2019, volume 3, No. 1, P. 67-97. EDN: LEPNRA
2. Pavlov D.S., Skorobogatov M.A. Fish migration in regulated rivers. The monograph. M.: Comradeship scientific publications of KMK. 2014. 413 p. EDN: TZCLYD
3. Instructions on the procedure for monitoring the effectiveness of fish protection devices and monitoring fish deaths at intake facilities. Moscow: Committee of the Russian Federation on Fisheries; TSUREN Glavrybvoda, 1995. 20 p. consultant.ru
4. Lukyanov N.K., Stolyarova E.M. Simulation model of a population of semi-aquatic fish in conditions of regulated river flow / Moscow: Central Research Center of the USSR Academy of Sciences. 1982, P. 139-146.
5. Gurin L.G., Child V.N. Optimization of fisheries management. Moscow: Central Committee OF THE USSR Academy of Sciences, 1985, 51 p.
6. Mikheev P.A., Zhidovinov V.I., Ersler A.L. On the certification of fish protection devices of the country's water intakes // Constructions of fish passageways and fish protection complexes. Collection of scientific works – Novocherkassk, NIMI, 1987. P. 83-89.
7. Gordeev S.R., Mikheev P.A. About one model of a juvenile fish ramp in a simple river system // Fish protection structures and devices. Collection of scientific papers. Novocherkassk, 1989. P. 117-124.
8. Ivanov P.V., Mikheev P.A. Creation and functioning of a prototype automated database of water intakes in the Azov basin // Improving the efficiency of water resources use in agriculture: Technical Conference, Novocherkassk, 1989, P. 200-202.
9. Orlov N.V. Geoinformation systems in water resources management // Modern technologies: Current issues, achievements and innovations: collection of articles of the XXXII International Scientific and Practical Conference, Penza, November 25, 2019. Penza: "Science and Enlightenment" (IP Gulyaev G.Yu.), 2019, P. 58-60. EDN: QCBKGG
10. Akhmedinov S.N. Impact factors on fish populations in reservoirs of specially protected natural territories / S.N. Akhmedinov // Biodiversity, rational use of biological resources and biotechnology: Proceedings of the International Scientific and Practical Online Conference,

биологических ресурсов и биотехнологии: Материалы Международной научно-практической онлайн-конференции (г. Астрахань, 8 декабря 2020 г.) / Сост. Н.В. Смирнова, А.С. Баймухамбетова. Астрахань: Издательский дом «Астраханский университет», 2021. С. 114-117. EDN: RHHONL

11. Двинских С.А., Ларченко О.В., Оськина М.А. Управление водными ресурсами – обязательный механизм использования водных ресурсов для целей устойчивого развития // Водные и экологические проблемы Сибири и Центральной Азии: Материалы IV Всероссийской научной конференции с международным участием: В 3 т. Т. 3 (г. Барнаул, 29 августа – 3 сентября 2022 г.). Барнаул: ООО «Пять плюс», 2022. С. 46-50. EDN: WPMRQX

12. Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии. Анализ экономического ущерба от неэффективной работы рыбозащитных сооружений. М.: ФГБНУ ВНИРО, 2023. 64 с.

13. Вардаков И.С., Митаев В.Р., Агафонова А.В., Зунин А.А. Аспекты устойчивого рыболовства в условиях истощения ресурсов и эксплуатации гидротехнических сооружений // Вестник мелиоративной науки. 2025. № 1. С. 102-112. EDN: COBPFJ

14. О рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов: Федеральный закон от 20 декабря 2004 г. № 166-ФЗ, в ред. от 24 июля 2023 г. // Собрание законодательства Российской Федерации. 2004. № 52, ст. 5270.

15. Мякшин Н.А. Создание телеграм-бота (нейротимбот) на Aiogram 3 с интеграцией мультимодальной нейросети Qwen2.5-Omni-7B для обработки текстовых и визуальных данных // Сборник избранных статей научной сессии ТУСУР. 2025. № 1-2. С. 268-270. EDN: IJWOIB

Astrakhan, December 08, 2020 / Comp. N.V. Smirnova, A.S. Baymukhambetova. Astrakhan: Astrakhan State University, Astrakhan University Publishing House, 2021. P. 114-117. EDN: RHHONL

11. Dvinskikh S.A., Larchenko O.V., Oskina M.A. Water resources management – a mandatory mechanism for using water resources for sustainable development // Water and environmental problems of Siberia and Central Asia: Proceedings of the IV All-Russian Scientific Conference with international participation. In 3 volumes, Barnaul, August 29 – September 03, 2022. Volume 3. Barnaul: Pyati Plus LLC, 2022. P. 46-50. EDN: WPMRQX

12. All-Russian Scientific Research Institute of Fisheries and Oceanography. Analysis of economic damage from inefficient operation of fish protection facilities / FSBI VNIRO. Moscow, 2023. 64 p.

13. Vardakov I.S., Mitaev V.R., Agafonova A.V., Zunin A.A. Aspects of sustainable fishing in conditions of resource depletion and exploitation of hydraulic structures // Bulletin of Meliorative Science. 2025. No. 1. P. 102-112. EDN: COBPFJ

14. Federal Law, No. 166-FZ of December 20, 2004 “On Fisheries and Conservation of Aquatic Biological Resources”: (as amended, dated 07/24/2023) // Collection of legislation of the Russian Federation. 2004. No. 52. Art. 5270.

15. Myakshin N.A. Sozdanie telegram-bota (neirofimbota) na Aiogram 3 s integratsii multimodal'noy nerosei Qwen2.5-Omni-7B dlya obrabotki tekstovykh i vizual'nykh dannyykh [Creation of a telegram bot (neurotimbot) on Aiogram 3 with the integration of a multimodal neural network Qwen2.5-Omni-7B for processing text and visual data // Collection of selected articles of the TUSUR scientific session. 2025. No. 1-2. P. 268-270. EDN: IJWOIB

Сведения об авторах

Николай Александрович Мякшин, аспирант кафедры гидротехнического строительства; <https://orcid.org/0009-0009-2921-2895>; miaskhin_na@rgau-msha.ru

Павел Александрович Михеев, д-р техн. наук, профессор кафедры сельскохозяйственного строительства; AuthorID: 632792, <https://orcid.org/0000-0003-2041-1790>, mikheev.pa@gmail.com

Information about the authors

Nikolay A. Miakshin, post graduate student, Russian State Agrarian University – Moscow State Agricultural Academy named after C.A. Timiryazev, Moscow, Russian Federation, miaskhin_na@rgau-msha.ru

Pavel A. Mikheev, DScs (Tech), professor, Russian State Agrarian University – Moscow State Agricultural Academy named after C.A. Timiryazev, Moscow, Russian Federation, AuthorID: 632792, <https://orcid.org/0000-0003-2041-1790>, mikheev.pa@gmail.com

Вклад авторов

П.А. Михеев: постановка задачи исследования и методики, написание и редактирование статьи

Н.А. Мякшин: реализация задачи исследования, написание статьи

Конфликт интересов / Conflict of interest

Авторы заявляют об отсутствии конфликтов интересов / The authors declare that there are no conflicts of interest

Поступила в редакцию / Received 10.11.2025

Поступила после рецензирования / Revised 11.02.2026

Принята к публикации / Accepted 11.02.2026

Contribution of the authors

P.A. Mikheev: formulation of the research task and methodology, writing and editing of the article

N.A. Myakshin: implementation of the research task, writing an article