



АҚПАРАТТЫҚ-КОММУНИКАЦИЯЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАР
ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES

АҚПАРАТТЫҚ-КОММУНИКАЦИЯЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАР
ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES

DOI 10.51885/1561-4212_2024_3_199
MPHTI 20.23.27

М.М. Тогузова¹, Ф.Н. Балтабеков², А.К. Капасов³, Б. Апшикур⁴, В.П. Колпакова⁵

Восточно-Казахстанский технический университет им. Д. Серикбаева,

г. Усть-Каменогорск, Казахстан

¹E-mail: MToguzova@edu.ektu.kz*

²E-mail: migel_777.com@mail.ru

³E-mail: azamat040594@mail.ru

⁴E-mail: bake.ab@mail.ru

⁵E-mail: VKolpakova53@mail.ru

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ БАЗЫ ДАННЫХ
ДЛЯ ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОЙ ПЛАТФОРМЫ В ОБЛАСТИ
МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ ВОДНОГО БАСЕЙНА РЕКИ ЕРТИС**

**ЕРТІС ӨЗЕНІ БАСЕЙНІНІҢ ЖАҒДАЙЫН МОНИТОРИНГІЛЕУ САЛАСЫНДАҒЫ
АҚПАРАТТЫҚ-ТАЛДАМАЛЫҚ ПЛАТФОРМА ҮШІН ДЕРЕҚҚОРДЫ ЖОБАЛАУ**

**DESIGNING A DATABASE FOR AN INFORMATION-ANALYTICAL PLATFORM IN THE
FIELD OF MONITORING THE STATE OF THE IRTYSH RIVER BASIN**

Аннотация. Современные методы мониторинга водных объектов требуют интеграции данных из различных источников для обеспечения точного и своевременного анализа их состояния. В условиях увеличения антропогенного воздействия на водные ресурсы создание эффективных систем управления и мониторинга экологического состояния водоемов становится актуальным вопросом. Информационно-аналитические платформы играют важную роль в сборе, хранении и анализе данных, предоставляя инструменты для визуализации и принятия решений. Эти платформы, поддерживаемые надежными базами данных, значительно повышают точность и оперативность мониторинга. Цель исследования состоит в проектировании эффективной и надежной базы данных для информационно-аналитической платформы, предназначенной для мониторинга состояния водных объектов. Методы исследования включают анализ и интеграцию данных из различных источников, таких как лабораторные анализы, полевые измерения, исторические и архивные данные, а также дистанционные методы, включая спутниковые снимки и аэрофотосъемку. Результаты исследования включают разработку концептуальной модели базы данных, идентификацию ключевых информационных сущностей и определение их атрибутов. База данных обеспечивает централизованное хранение данных, их структурирование и легкий доступ для анализа, что позволяет автоматизировать процесс мониторинга и повышает точность и оперативность получения данных о состоянии водных объектов. Практическая и теоретическая значимость результатов заключается в улучшении эффективности управления водными ресурсами, предоставлении удобных инструментов для анализа и визуализации данных, а также в создании надежного инструмента для дальнейшего мониторинга и анализа экологического состояния р. Ертіс.

Ключевые слова: мониторинг, база данных, загрязнение воды, ГИС-технологии, информационно-аналитическая платформа.

Аңдатпа. Қазіргі уақытта су объектілерін мониторингілеудің заманауи әдістері олардың жағдайын дәл және уақтылы талдау үшін әртүрлі көздерден алынған деректерді біріктіруді талап етеді. Антропогендік әсердің су ресурстарына ұлғаю жағдайында, су қоймаларының экологиялық жағдайын басқару және мониторингілеудің тиімді жүйелерін құру өзекті мәселе болып отыр. Ақпараттық-талдамалық платформалар деректерді жинау, сақтау және талдауда маңызды рөл атқарады, визуализация және шешім қабылдау үшін құралдар ұсынады. Бұл платформалар сенімді дерекқорлармен қолдау көрсетіліп, мониторингінің дәлдігі мен жеделдігін едәуір арттырады. Зерттеудің мақсаты – су объектілерінің жай-күйін мониторингілеуге арналған ақпараттық-талдамалық платформа үшін тиімді және сенімді дерекқор жобалау. Зерттеу әдістері әртүрлі көздерден алынған деректерді, мысалы, зертханалық талдаулар, далалық өлшеулер, тарихи және мұрағаттық деректерді, сондай-ақ спутниктік суреттер мен аэрофототүсірілімді қоса алғанда қашықтан зондтау әдістерін талдауды және біріктіруді қамтиды. Зерттеу нәтижелері деректер базасының тұжырымдамалық моделін әзірлеуді, негізгі ақпараттық мөндерді анықтауды және олардың атрибуттарын анықтауды қамтиды. Дерекқор деректерді орталықтандырылған сақтауды, олардың құрылымдалуын және талдауға оңай қол жеткізуді қамтамасыз етеді, бұл мониторинг процесін автоматтандыруға және су объектілерінің жай-күйі туралы деректерді алудың дәлдігін және жеделдігін арттыруға мүмкіндік береді. Нәтижелердің практикалық және теориялық маңыздылығы су ресурстарын басқару тиімділігін арттыруда, деректерді талдау және визуализациялау үшін ыңғайлы құралдарды ұсынуда, сондай-ақ су қоймаларының экологиялық жағдайын одан әрі мониторингілеу және талдау үшін сенімді құрал жасауда көрінеді.

Түйін сөздер: мониторинг, дерекқор, судың ластануы, ГАЖ-технологиялар, ақпараттық-талдамалық платформа.

Abstract. Modern methods of monitoring water bodies require the integration of data from various sources to ensure accurate and timely analysis of their condition. With the increasing anthropogenic impact on water resources, the creation of effective systems for managing and monitoring the ecological state of water bodies becomes a pressing issue. Information-analytical platforms play a crucial role in collecting, storing, and analyzing data, providing tools for visualization and decision-making. These platforms, supported by reliable databases, significantly enhance the accuracy and efficiency of monitoring. The aim of the study is to design an efficient and reliable database for an information-analytical platform intended for monitoring the state of water bodies. The research methods include the analysis and integration of data from various sources, such as laboratory analyses, field measurements, historical and archival data, as well as remote sensing methods, including satellite images and aerial photography. The research results include the development of a conceptual database model, the identification of key informational entities, and the definition of their attributes. The database ensures centralized data storage, their structuring, and easy access for analysis, which allows automating the monitoring process and improves the accuracy and efficiency of obtaining data on the state of water bodies. The practical and theoretical significance of the results lies in improving the efficiency of water resource management, providing convenient tools for data analysis and visualization, as well as creating a reliable tool for further monitoring and analysis of the ecological state of water bodies.

Keywords: monitoring, database, water pollution, GIS technologies, information-analytical platform

Введение. Мониторинг загрязнения водных объектов является неотъемлемой частью системы экологической безопасности и устойчивого развития территорий. С увеличением антропогенной нагрузки на водные ресурсы растет риск загрязнения водоемов химическими веществами, тяжелыми металлами, органическими соединениями и другими вредными элементами, которые могут отрицательно воздействовать на экосистемы и здоровье человека. Введение систематического мониторинга водных объектов позволяет своевременно выявлять и оценивать степень загрязнения, что является необходимым для разработки и реализации эффективных мер по охране водных ресурсов (Венецианов, Аджиенко, 2018). Мониторинг загрязнения водных объектов включает разнообразные методы и технологии, направленные на получение точных и достоверных данных о состоянии водных ресурсов (Жаналиева, Багбеков & Манглиева, 2024). Эти методы можно классифицировать на физико-химические, которые позволяют оценить концентрацию различных загрязняющих веществ в воде, таких как: тяжелые

металлы, органические соединения, питательные вещества и другие химические элементы; биологические, включающие использование живых организмов или их компонентов для оценки качества воды и наличия загрязнителей; дистанционные, используемые для мониторинга на основе спутниковых и аэрофотосъемочных данных состояния водных объектов на больших территориях, в том числе в труднодоступных местах. Для интегрирования, анализа и визуализации пространственных данных, полученных из различных источников, широко используются ГИС-технологии, которые позволяют эффективно обрабатывать и интерпретировать информацию, обеспечивая всесторонний подход к мониторингу состояния водных объектов и управлению водными ресурсами (Jaber, Surya, 2023; Huifen, Simin, 2020). Одним из таких инструментов является информационно-аналитическая платформа (геопортал), обеспечивающая комплексный подход к анализу данных. В последние десятилетия разработано множество информационно-аналитических платформ, которые используют различные технологии и методы для сбора, анализа и визуализации данных о состоянии водных объектов (Zhilnikova, 2018; Донцов, Суторихин, 2023; Andrianova, Yakubailik, 2019).

Некоторые известные геопорталы, связанные с мониторингом загрязнения водных объектов, включая Global Water Quality Monitoring Platform (глобальная платформа мониторинга качества воды), (Global Water Quality Monitoring Platform, 2024), European Environment Agency Water Information System for Europe (информационная система Европейского агентства по окружающей среде о воде), (European Environment Agency Water Information System for Europe, 2024), USGS National Water Information System (национальная информационная система по воде Геологической службы США) (USGS National Water Information System, 2024) и другие, позволяют исследователям, государственным органам и общественности получать доступ к актуальным и достоверным данным о состоянии водных ресурсов, что помогает принимать обоснованные решения и разрабатывать стратегии по защите и восстановлению качества воды. Дальнейшее развитие геопорталов будет продолжаться по мере развития технологий сбора и анализа данных, что позволит более точно и своевременно отслеживать качество воды. Кроме того, использование алгоритмов машинного обучения для анализа больших массивов данных даст возможность выявить возникающие закономерности и тенденции в данных о качестве воды.

Необходимость создания информационно-аналитической платформы для мониторинга состояния водных объектов обусловлена несколькими факторами. Во-первых, интеграция данных из различных источников и методов мониторинга позволяет получать более полную и точную картину состояния водных объектов. Во-вторых, использование современных ГИС-технологий для анализа и визуализации пространственных данных обеспечивает эффективную обработку и интерпретацию информации.

Информационно-аналитическая платформа позволит объединить разнородные данные, полученные из различных источников, в единую систему, что обеспечит удобный доступ к информации для широкого круга пользователей, включая ученых, экологов, государственных служащих и представителей общественности. Такая платформа также позволит автоматизировать процесс мониторинга, что повысит оперативность и точность получения данных о состоянии водных объектов. Важную роль в функционировании данной платформы играет база данных, которая служит ядром системы. База данных обеспечивает централизованное хранение всех собранных данных, их структурирование и легкий доступ для анализа.

Цель проектирования базы данных для информационно-аналитической платформы в области мониторинга состояния водных объектов состоит в создании эффективной, масштабируемой и надежной системы для хранения, обработки и анализа данных о

состоянии водных ресурсов.

Сбор данных для системы мониторинга состояния водных объектов должен осуществляться из различных источников. Эти источники включают в себя лабораторные анализы воды, полевые измерения, исторические и архивные данные, а также результаты дистанционных методов исследования, таких как космические снимки, данные с БПЛА, водного дрона.

Литературный обзор. В последние десятилетия использование геоинформационных систем (ГИС) стало неотъемлемой частью мониторинга водных объектов и управления водными ресурсами, что обусловлено их высокой эффективностью в интеграции и анализе данных из разнообразных источников. ГИС-технологии предоставляют уникальные возможности для проведения пространственного анализа и обработки спутниковых снимков высокого разрешения, что позволяет обеспечить оперативную и точную оценку состояния экосистем в условиях нарастающего антропогенного воздействия. Преимущества применения ГИС в мониторинге водных объектов подробно рассмотрены в работах [Jaber et al., 2023; Feng & Zhang, 2020], где освещается значимость интеграции данных дистанционного зондирования и пространственного анализа для оценки качества водных ресурсов. Важные аспекты разработки интегрированных геоинформационных систем для экологического мониторинга обсуждаются в трудах [Dmitrenko et al., 2023], а вопросы применения алгоритмов машинного обучения для анализа пространственных данных и выявления долгосрочных тенденций в изменении качества водных ресурсов раскрыты в исследованиях [Kishi, Fuchs, 2018]. Эти работы подчеркивают важность комплексного подхода к использованию ГИС и современных методов анализа данных для решения задач мониторинга водных объектов, что делает их незаменимым инструментом в обеспечении экологической безопасности и устойчивого управления водными ресурсами.

Материалы и методы исследования. Важным этапом в разработке системы мониторинга является создание базы данных (БД). БД представляет собой систематизированную организацию данных, преобразованных в структуру, которая позволяет эффективно сохранять, управлять и извлекать информацию (Попова-Коварцева, Сопченко, 2019). Эта структура включает различные элементы, такие как таблицы, записи и поля, которые упорядочены и взаимосвязаны согласно определенным правилам. База данных обеспечивает централизованное хранилище информации, позволяя пользователям выполнять различные операции, включая добавление, обновление, удаление и поиск данных с целью оптимизации процессов обработки и анализа информации в различных областях (Тен, Когай, Коккоз & Мартыненко, 2017). Процесс разработки концептуальной модели базы данных основан на детальном анализе предметной области, идентификации ключевых сущностей и определении их атрибутов. Кроме того, важно учитывать взаимосвязи между сущностями и их зависимость от внешних факторов, чтобы обеспечить целостность и полноту данных (Kishi, Fuchs, 2018; Dontsov, Sutorikhin, 2024). Модель базы данных основывается на нескольких ключевых компонентах и принципах, которые обеспечивают ее эффективность и функциональность (рис. 1).



Рисунок 1. Модель базы данных

Примечание – составлено авторами

В ходе исследования нами были определены следующие информационные сущности: водный объект, проба воды, физико-химические параметры, загрязняющие вещества, метеорологические данные, морфологические характеристики, тип растительного покрова, биоиндикаторы, степень загрязненности, источники загрязнения.

Результаты и обсуждения. На основе выявленных сущностей были сформированы ключевые компоненты и атрибуты, которые необходимы для полноценного и точного мониторинга. Описание основных информационных сущностей:

- 1) водные объекты – реки, озера, водохранилища и другие водные объекты;
- 2) проба воды содержит информацию о времени и месте отбора пробы, а также о глубине, на которой была взята проба;
- 3) физико-химические параметры характеризуют физико-химические и биологические параметры воды;
- 4) источники загрязнения – объекты и процессы, которые могут вносить загрязнители в водные объекты;
- 5) гидрологические данные – информация о гидрологическом состоянии водных объектов;
- 6) метеорологические данные – погодные условия, влияющие на качество и состояние водных объектов;
- 7) полевые измерения – данные, полученные в ходе полевых исследований и наблюдений;
- 8) исторические данные – архивные данные о состоянии водных объектов и уровнях загрязнения.

Для информационных сущностей был определен их атрибутивный состав. Пример перечня атрибутов сущностей приведен в табл. 1.

Таблица 1. Пример атрибутивного состава информационных сущностей

Сущность	Атрибут	Описание атрибута	Тип
Водный объект	ID водного объекта	Уникальный идентификатор водного объекта	Число
	Название	Наименование водного объекта	Текст
	Тип	Категория водного объекта	Текст
	Площадь	Площадь водного объекта	Число
	Географическое расположение	Координаты	Число
Морфологические характеристики	ID морфологической характеристики	Уникальный идентификатор морфологических характеристик	Число
	Рельеф дна	Рельеф дна водного объекта	Текст
	Глубина	Глубина водного объекта	Число
Проба воды	ID пробы	Уникальный идентификатор пробы воды	Число
	Дата и время	Дата и время отбора пробы	Дата/время
	Местоположение	Координаты точки отбора пробы	Число
	Глубина отбора	Глубина, на которой была взята проба	Число

Физико-химические параметры	ID параметра	Уникальный идентификатор параметров	Число
	Температура	Температура воды	Число
	pH	Кислотность воды	Число
	Растворенный кислород	Количество растворенного кислорода	Число

Окончание табл. 2

Загрязняющие вещества	ID загрязняющего вещества	Уникальный идентификатор загрязняющего вещества	Число
	Тяжелые металлы	Концентрация тяжелых металлов	Текст
	Органические загрязнители	Концентрация органических загрязнителей	Текст
	Питательные вещества	Концентрация нитратов, фосфатов и других веществ	Текст
Метеорологические данные	ID метеорологических данных	Уникальный идентификатор метеорологических данных	Число
	Температура воздуха	Температура воздуха	Число
	Влажность	Влажность воздуха	Число
	Скорость и направление ветра	Скорость и направление ветра	Текст
	Средняя глубина	Средняя глубина водного объекта	Число

Примечание – составлено авторами

Сбор данных для формирования БД включал различные источники, каждый из которых предоставлял уникальную и важную информацию для мониторинга состояния водных объектов. Лабораторные анализы проб воды, взятые из Ертисского водного бассейна, расположенного в Восточно-Казахстанской, Абайской и Павлодарской областях, обеспечили детальные физико-химические данные. Аэрофотоснимки, полученные с беспилотных летательных аппаратов (БПЛА), и данные батиметрической съемки с водного дрона позволили визуально контролировать состояние водоемов, предоставляя информацию о растительном покрове, степени загрязнения поверхности воды, рельефе дна (Toguzova, Rakhymberdina, Apshikur & Karasov, 2024). Данные многолетних наблюдений, полученные от государственных гидрометеорологических служб и экологических организаций, предоставили историческую перспективу, позволяя анализировать долгосрочные тенденции изменения качества воды. Гидрологические и метеорологические данные, предоставляемые автоматизированными станциями и государственными службами, помогли понять внешние условия, влияющие на водные объекты. Информация о растительном покрове и биоразнообразии, собранная в результате полевых исследований и дистанционного зондирования, дала представление об экологическом состоянии водоемов (Apshikur, Rakhymberdina, Karasov & Toguzova, 2024). Данные об источниках загрязнения, собранные из отчетов промышленных предприятий, указали на антропогенные воздействия, влияющие на качество воды. Такой комплексный подход к сбору данных обеспечивает всесторонний мониторинг и анализ состояния водных объектов.

Следующим этапом проектирования является выбор СУБД для хранения всех данных геопортала. На сегодняшний день PostgreSQL является одним из самых популярных и

распространенных систем управления базами данных с собственными типами для работы с геоданными, что является оптимальным вариантом (СУБД PostgreSQL: принцип работы, преимущества и недостатки, 2024). Во-первых, PostgreSQL вместе с расширением PostGIS предоставляет мощные средства для хранения, обработки и анализа географических данных. Во-вторых, PostgreSQL может эффективно обрабатывать большие объемы данных и поддерживать множество одновременных пользователей и операций, что особенно важно для геопортала, работающего с большим количеством географической информации. Кроме того, PostgreSQL поддерживает расширения, которые позволяют добавлять новые функции и типы данных, адаптируя систему к конкретным требованиям проекта, а также широкий набор функций безопасности, включая аутентификацию, шифрование, контроль доступа на уровне строк и политик безопасности, что обеспечивает защиту данных (Реляционные СУБД. PostgreSQL, 2024). Наконец, PostgreSQL и PostGIS широко используются в ГИС-приложениях и геопорталах благодаря своей совместимости с различными ГИС-платформами и инструментами, такими как QGIS, GeoServer и MapServer. Таким образом, выбор PostgreSQL с расширением PostGIS для СУБД геопортала является оптимальным решением благодаря его поддержке пространственных данных, масштабируемости, производительности, активному сообществу, безопасности и возможности интеграции с ГИС-инструментами.

Для понимания взаимодействия между выявленными ранее информационными сущностями на рис. 2 приведена ER-диаграмма (диаграмма «сущность - связь»).

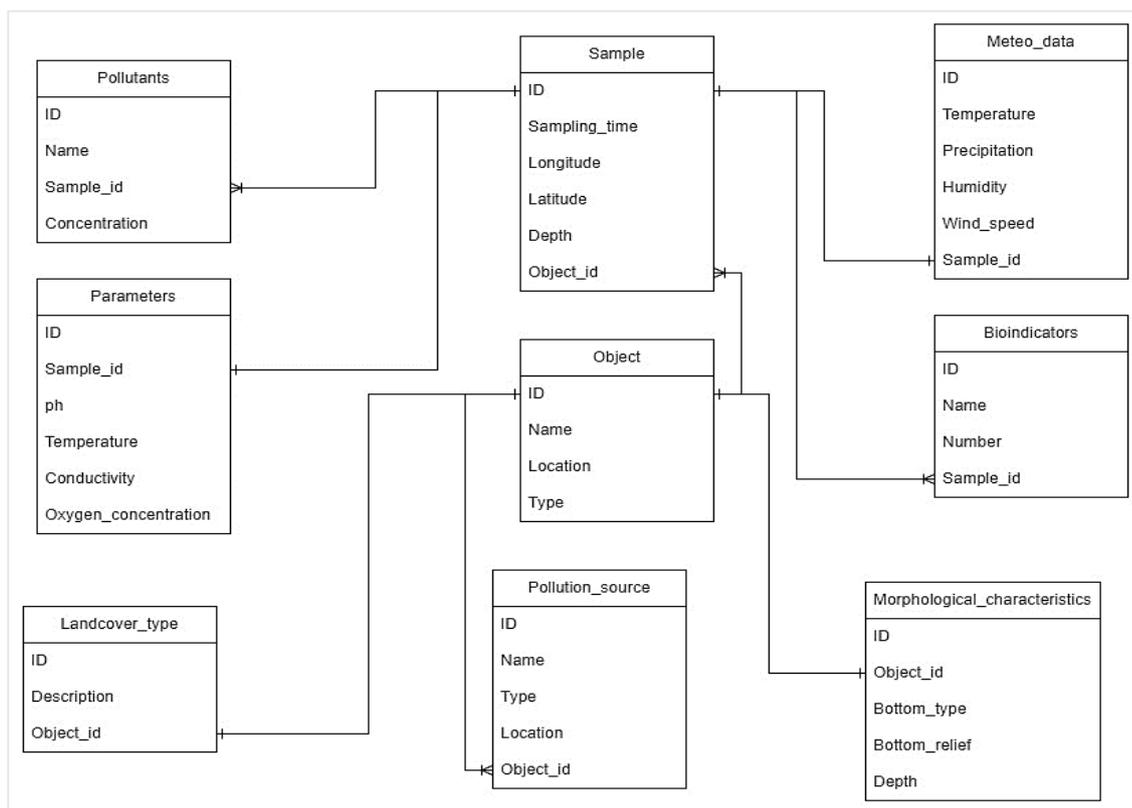


Рисунок 2. ER-диаграмма базы данных

Примечание – составлено авторами

ER-диаграмма (Entity-Relationship Diagram) наглядно демонстрирует связи между различными компонентами системы мониторинга состояния водных объектов. Взаимосвязи между сущностями через внешние ключи обеспечивают логическую согласованность и целостность данных в базе данных. Различные данные о водных объектах, пробах воды, физико-химических параметрах, загрязняющих веществах, метеорологических данных, морфологических характеристиках, типах растительного покрова, биоиндикаторах и источниках загрязнения структурированы и связаны между собой. Это обеспечивает целостность данных и позволяет эффективно управлять информацией для мониторинга состояния водных объектов.

Заключение. Проектирование базы данных для платформы мониторинга состояния водных объектов является важным этапом в создании эффективной системы управления водными ресурсами. В процессе проектирования была разработана инфологическая модель, включающая основные сущности. Каждая сущность была тщательно проанализирована и описана с учетом ее атрибутов и взаимосвязей, что позволило создать целостную и логически связанную структуру данных. Сбор данных для формирования базы данных осуществлялся из различных источников. Такой подход позволил получить более точный и достоверный анализ состояния водных объектов. Логическая структура базы данных фокусируется на организации данных и их взаимосвязей для эффективного управления информацией. Физическая структура базы данных была разработана с учетом требований к производительности и безопасности и включает создание таблиц, индексов и оптимизацию хранения данных на физических носителях. Созданная база данных позволяет автоматизировать процесс сбора, хранения и анализа данных о состоянии водных объектов, обеспечивая удобный доступ к информации пользователям информационно-аналитической платформы.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Благодарности. Данное исследование проводилось в рамках ПЦФ № BR 21881921 «Оценка водной экосистемы бассейна р. Ертис в условиях индустриального развития и глобальных процессов», финансируемого Министерством науки и высшего образования Республики Казахстан.

Список литературы

- Andrianova A., Yakubailik O. (2019). Geoinformational Web-System for the Analysis of the Expansion of the Baikal Crustaceans of the Yenisei River. – DOI: 10.1007/978-3-030-11720-7_17
- Apshikur B., Rakhymberdina M.Ye., Kapasov A.K., Toguzova M.M., Kolpakova V.P. (2024). Investigation of the processes of ecological and ecosystem changes in water bodies using UAV data // Вестник ВКТУ. – № 1. – С. 36-48
- Dmitrenko I.A., Kirillov S.A., Ivanov V.V., Rudels B., Serra N., & Koldunov N.V. (2012). Modified Halocline Water over the Laptev Sea Continental Margin: Historical Data Analysis. *Journal of Climate*, 25(16), 5556-5565. DOI 10.1175/JCLI-D-11-00336.1
- Dontsov A.A., Sutorikhin I.A., Kirillov V.V., Lovtskaya O.V. (2024). Integrated geoinformation system for environmental monitoring of the Ob-Irtysh river basin // *Computational technologies*. – V. 29. – № 2. – P. 69-78.
- European Environment Agency Water Information System for Europe. – URL: <https://water.europa.eu> (дата обращения 20.07.2024)
- Global Water Quality Monitoring Platform. – URL: <https://www.unep.org/explore-topics/water/what-we-do/monitoring-water-quality> (дата обращения 20.07.2024)
- Huifen Feng, Simin Zhang (2020). Application of High Resolution Remote Sensing in Water Quality Monitoring of Plain Reservoir // *Geomatics Science and Technology*. – 08(03):114-122 DOI:

- 10.12677/GST.2020.83014
- Jaber Bin Abdul Bari, Surya Prakash Tiwari, Alaeldeen Ibrahim Elhaj, Bijoy Mitra (2023) GIS-Based Modelling for Estimation of Water Quality Parameters: A Review // Geospatial Analytics for Environmental Pollution Modeling. DOI: 10.1007/978-3-031-45300-7_3
- Kishi R.T., Fuchs S., Hermann H.H. (2018). Integrated use of spatial data and learning algorithms to detect water quality trends // IAPRS. – Vol. 32, Part 4. – Pp. 282-292
- Toguzova M.M., Rakhymberdina M.Ye., Apshikur B., Kapasov A.K., Kolpakova V.P. (2024). Development of ecological state maps of the Yertysh river territory using uavs for monitoring changes in the region's ecological balance // Proceedings, 9th International Conference on Cartography and GIS, 16-21 June, Nessebar, Bulgaria. – Pp. 291-299
- USGS National Water Information System. – URL: <https://www.usgs.gov/tools/national-water-information-system-nwis-mapper> (дата обращения 20.07.2024)
- Zhilnikova N. (2018). Geoinformation modelling system of natural technical complexes for simulation modelling and optimization of load distribution // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – 450. 062010. DOI: 10.1088/1757-899X/450/6/062010
- Венецианов Е.В., Аджиенко Г.В. (2018). Современные проблемы оценки, регулирования и мониторинга качества поверхностных вод // Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление. – № 1. – С. 48-58 // Venecianov E.V., Adzhienko G.V. (2018). Sovremennye problemy ocenki, regulirovaniya i monitoringa kachestva poverhnostnyh vod // Vodnoe hozyajstvo Rossii: problemy, tekhnologii, upravlenie. – № 1. – С. 48-58
- Донцов А.А., Суторихин И.А., Кириллов В.В., Ловцкая О.В. (2023). Development of integrated geoinformation system arctic-GIS. – 57-61. DOI: 10.25743/DIR.2022.70.67.010 // Doncov A.A., Sutorihin I.A, Kirillov V.V., Lovckaya O.V. (2023). Development of integrated geoinformation system arctic-GIS. – 57-61. DOI: 10.25743/DIR.2022.70.67.010
- Жаналиева Р.Н., Багбеков Р., Манглиева Ж.Х. (2024). Изучение проблем водных ресурсов Казахстана и стран в Центральной Азии // Journal of Advances in Engineering Technology. - Vol.2(14) DOI: 10.24412/2181-1431-2024-2-58-65 // Zhanalieva R.N., Bagbekov R., Manglieva ZH.H. (2024). Izuchenie problem vodnyh resursov Kazahstana i stran v Central'noj Azii // Journal of Advances in Engineering Technology. – Vol.2(14) DOI: 10.24412/2181-1431-2024-2-58-65
- Попова-Коварцева Д.А., Сопченко Е.В. (2019). Основы проектирования баз данных: учеб. пособие – Самара: Изд-во Самарского университета. – С. 112 // Popova-Kovartseva D.A., Sopchenko E.V. (2019). Osnovy proektirovaniya baz dannyh: ucheb. posobie. – Samara: Izd-vo Samarskogo universiteta. – Pp. 112
- Реляционные СУБД. PostgreSQL. – URL: <https://victor-komlev.ru/relyatsionnye-sud-postgresql/> (дата обращения 20.07.2024) // Реляционные СУБД. PostgreSQL. – URL: <https://victor-komlev.ru/relyatsionnye-sud-postgresql/> (дата обращения 20.07.2024)
- СУБД PostgreSQL: принцип работы, преимущества и недостатки. – URL: <https://serverflow.ru/blog/stati/subd-postgresql-printsip-raboty-preimushchestva-i-nedostatki/> (дата обращения 20.07.2024) // SUBD PostgreSQL: princip raboty, preimushchestva i nedostatki. – URL: <https://serverflow.ru/blog/stati/subd-postgresql-printsip-raboty-preimushchestva-i-nedostatki/> (дата обращения 20.07.2024)
- Тен Т.Л., Когай Г.Д., Коккоз М.М., Мартыненко О.В. (2017). Проектирование баз данных: учеб. пособие. – Караганда: Изд-во КарГТУ, 96 с. // Ten T.L., Kogaj G.D., Kokkoz M.M., Martynenko O.V. (2017). Proektirovanie baz dannyh: Uchebnoe posobie. – Karaganda: Izd-vo KarGTU, 96 s

Information about authors

Toguzova Marzhan Melsovna – PhD, associate professor of the School of Earth Sciences, D.Serikbayev EKTU, Ust-Kamenogorsk, Republic of Kazakhstan, e-mail: MToguzova@edu.ektu.kz, tel.: 87771476906

Baltabekov Galimzhan Nurzhanuly – IT specialist, D. Serikbayev EKTU, Ust-Kamenogorsk, Republic of Kazakhstan, e-mail: migel_777.com@mail.ru

Kapasov Azamat Kaisarovich – master of science, lecturer of the School of Earth Sciences, D.Serikbayev EKTU, Ust-Kamenogorsk, Republic of Kazakhstan, e-mail: azamat040594@mail.ru

Apshikur Baitak – Professor at the School of Earth Sciences, D. Serikbayev EKTU, Ust-Kamenogorsk, Republic of Kazakhstan, e-mail: bake.ab@mail.ru

Kolpakova Valentina Pavlovna – Doctor of Technical Sciences, Associate Professor of the School of Architecture, Construction and Energy, D. Serikbayev EKSTU, Ust-Kamenogorsk, Republic of Kazakhstan, e-mail: VKolpakova53@mail.ru
