

УДК 556.5.04

МРНТИ 37.27.51

DOI 10.37238/2960-1371.2960-138X.2025.99(3).134

¹Турсунова А.А., ¹Мырзахметов А.Б., ¹Баспакова Г.Р.*, ¹Исақан Г.,
^{1,2}Қанай М.Ә., ¹Достоева А.Ж.

¹АО «Институт географии и водной безопасности», г. Алматы, Казахстан

²Казахский Национальный Университет имени аль-Фараби,
г. Алматы, Казахстан

*Корреспондент-авторы: sharafedenova@mail.ru

СОЗДАНИЕ ЕДИНОЙ ЦИФРОВОЙ ПРОСТРАНСТВЕННО- КООРДИНИРОВАННОЙ ГИДРОЛОГИЧЕСКОЙ БАЗЫ ДАННЫХ ДЛЯ ЗАПАДНО-КАЗАХСТАНСКОГО РЕГИОНА

Аннотация. В статье представлены результаты формирования единой цифровой пространственно- координированной гидрологической базы данных Западно-Казахстанского региона. Данная работа является важным шагом в развитии системы управления водными ресурсами региона и направлена на создание эффективного инструмента для принятия обоснованных решений в водохозяйственной сфере. Работа включает анализ и обобщение гидрометеорологических данных и материалов по водным объектам, гидротехническим сооружениям, а также разработку цифровой платформы «Водные объекты и водохозяйственная инфраструктура Западно-Казахстанского региона», обеспечивающая хранение, обработку и визуализацию данных, в целях интегрированного управления водными ресурсами. Предложенная база данных содержит информацию о 192 гидрологических постах, 50 метеорологических станциях, 3176 реках, 1124 озерах и различных гидротехнических сооружениях региона. Все объекты имеют пространственную привязку и сопровождаются подробными атрибутивными данными. Разработанная цифровая платформа представляет собой современное клиент-серверное программное обеспечение с открытым исходным кодом, функционирующее на базе операционной системы Linux. Платформа предоставляет пользователям интуитивно понятный интерфейс для работы с данными о водных и водохозяйственных объектах, что значительно упрощает процесс управления водными ресурсами региона.

Ключевые слова: гидрологическая база данных; водные объекты; ГИС-технологии; водохозяйственная инфраструктура; гидрометеорологические наблюдения; цифровая платформа; Западно-Казахстанский регион.

Введение

Рациональное использование и охрана водных ресурсов требуют наличия надежной и современной информационной основы [1,2]. Особенно актуальна эта задача для регионов с дефицитом водных ресурсов, к которым относится и

Западно-Казахстанский регион [3]. Создание единой цифровой пространственно-координированной гидрологической базы данных является ключевым элементом в системе управления водными ресурсами [4], которое невозможно без актуальной и систематизированной информации о гидрологических характеристиках водных объектов, состоянии гидротехнических сооружений и результатах гидрометеорологических наблюдений [5,6].

Западно-Казахстанский регион характеризуется значительной пространственной и временной неравномерностью распределения водных ресурсов, что усложняет задачу их учета и рационального использования [7]. В последние десятилетия наблюдается также сокращение количества гидрологических постов, что приводит к снижению качества и полноты наблюдений [8]. В этой связи создание единой цифровой пространственно-координированной гидрологической базы данных является актуальной задачей, решение которой позволит обеспечить информационную поддержку принятия решений в области водного хозяйства, экологической безопасности и устойчивого развития региона [9]. Современные геоинформационные технологии дают возможность не только систематизировать и хранить разнородные данные, но и обеспечивать их пространственную визуализацию, анализ и моделирование [10,11].

В рамках выполнения научно-исследовательской работы была разработана специализированная структура базы данных, разработана система управления базами данных с учетом структуры и содержания параметров гидротехнических сооружений и гидрографических характеристик водных объектов, параметров крупных водоразделов, водосборных, водохозяйственных бассейнов, водохозяйственных районов и участков, административных районов и областей, служебных параметров программного обеспечения, геометрии и структуры объектов слоев для отображения полигонов административно-территориального и водохозяйственного деления.

Материалы и методы исследования

Исследуемая территория охватывает 4 области Западно-Казахстанского региона: Актюбинскую, Атыраускую, Западно-Казахстанскую и Мангыстаускую. Согласно водохозяйственно-административному районированию Республики Казахстан, на территории выделено 2 водохозяйственных бассейна (ВХБ), разделенных на 20 водохозяйственных участков (ВХУ) [12].

Для создания единой базы данных были использованы следующие источники информации:

1. Данные гидрологических наблюдений из Гидрологических ежегодников, Государственного водного кадастра и других официальных источников за период с начала наблюдений по 2021 г.;
2. Ресурсы поверхностных вод СССР (1977, 1980 гг.).
3. Метеорологические данные по 50 станциям сети Казгидромета за период 1936-2021 гг.
4. Картографические материалы и данные дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ).
5. Информация о гидротехнических сооружениях от уполномоченных органов (Материалы РГП «Казводхоз», Жайык-Каспийской бассейновой

водохозяйственной инспекции и акиматы областей и районов) Западно-Казахстанского региона.

Методологической основой исследования является системный подход к анализу и обобщению гидрологической и гидрометеорологической информации с использованием геоинформационных технологий [13]. Обработка и анализ данных проводились с использованием современного программного обеспечения (ArcGIS Pro, Python, SpatiaLite) [14,15], где включала следующие этапы:

1. Сбор и анализ архивных гидрометеорологических данных.
2. Уточнение положения водных объектов с использованием ГИС-технологий.
3. Создание цифровой модели базы данных.
4. Разработка веб-интерфейса для доступа к данным.
5. Тестирование и оптимизация работы системы.

Результаты и обсуждение

Анализ и обобщение гидрометеорологических данных. В результате работы была создана база гидрологических данных наблюдений, содержащая значения годового, сезонного, месячного стока, максимального и минимального расходов воды за период с начала наблюдений по 2021 г. Общий объем информации составил около 6 миллионов значений по 192 постам наблюдений, из которых на 54 постах наблюдения продолжаются в настоящее время (рис. 1).

Наиболее продолжительный ряд наблюдений имеется по посту Кушум (с 1912 г.), который является опорным для нижнего течения р. Жайык. Анализ данных показал, что информация за последние 25-30 лет характеризуется значительной прерывистостью, что затрудняет её использование для достоверных гидрологических расчетов и прогнозов [16]. Особенно это касается данных по расходам воды р. Жайык в пределах Атырауской области (пост Атырау). Необходимо отметить, что значительная часть постов расположена на зарегулированных участках рек (рр. Орь, Елек, Карагала и Жайык), что приводит к неоднородности рядов наблюдений.

Анализ истории развития гидрометрической сети показал, что планомерное её развитие началось после организации в 1929 г. Гидрометеорологического комитета при СНК СССР. К 1930 г. на исследуемой территории действовало всего 9 постоянных пунктов Гидрометслужбы по измерению расходов воды, а к 1940 г. их число увеличилось до 28. В 1930-1940 гг. также функционировала временная ведомственная сеть постов, действовавших преимущественно в отдельные сезоны в течение 2-3 лет.



Рисунок 1 - Карта-схема расположения гидрологических постов в Западно-Казахстанском регионе

База метеорологических данных наблюдений включает информацию по 50 метеостанциям сети Казгидромета (рис. 2). Собраны данные по месячным суммам осадков, среднемесячным значениям температуры и влажности воздуха, скорости ветра и температуры поверхности почвы (снега) за период 1936-2021 гг.

Длительность периода наблюдений для рядов осадков составляет 55-79 лет, для температуры воздуха — 84 года, для остальных метеорологических характеристик - 54 года.

Уточнение характеристик водных объектов. В ходе исследования была проведена идентификация и уточнение расположения водных объектов региона. На исследуемой территории насчитывается 3176 рек. В этот перечень включены все водотоки, постоянно действующие и временные, имеющие длину от 10 км в горных и от 5 км в равнинных районах с перепадом высот между устьем и истоком до 200 м, а также водотоки длиной менее 5 км, которые обследованы или на которых ведутся или ранее велись гидрологические наблюдения [17-19]. В таблице 1 представлены сводные показатели количества и протяженности естественных водотоков различной длины.



Рисунок 2 - Расположение метеорологических станций в Западно-Казахстанском регионе

Таблица – 1- Сводные показатели количества и протяженности водотоков различной длины

Градации водотоков по длине, км	Общее количество водотоков	Суммарная длина водотоков, км	% от общего кол. водотоков и их общей длины	Кол. водотоков, на которых велись или ведутся гидрологические наблюдения
Самые малые до 10	1540	10274	46,7 / 18	9
10-25	1121	17299	38,3 / 31,5	7
Малые 25-50	334	11494	10,1 / 18,8	22
50-100	130	8829	3,5 / 12,7	26
Средние 100-200	25	3279	0,7 / 4,9	11
200-300	13	3039	0,5 / 6,4	14
300-500	4	1431	0,1 / 2,8	4
Большие 500-1000	8	5728	0,1 / 2,8	2
Более 1000	1	2703	-	1
Всего:	3014	55358	100 / 100	96

Анализ таблицы 1 показывает, что большинство водотоков региона (85%) относится к категории самых малых (длиной до 25 км), на которые приходится около 50% общей длины всех водотоков. При этом гидрологические наблюдения ведутся преимущественно на средних и больших реках, что создает определенный дефицит информации о режиме малых водотоков.

Для каждого водотока в базе в качестве морфометрических характеристик водотоков указана длина принимающей реки от истока до впадения рассматриваемого водотока с точностью до 0,1 км. Приведены отметки высот истока и устья водотоков в метрах БС, средний и средневзвешенный уклон реки. Средний уклон реки определен как отношение разности высотных отметок истока и уреза воды в устье к соответствующей длине водотока. Средневзвешенный уклон водотока представляет собой условный выровненный уклон ломаного профиля, эквивалентный сумме частных средних уклонов профиля водотока. Извилистость водотоков дана в км/км².

В качестве морфометрических характеристик водосборов указаны: площадь водосбора (F , км²), средняя высота водосбора ($H_{ср.}$, м), средний уклон (‰), центр тяжести речного водосбора и густота русловой сети (ρ_0 , км/км²).

К морфологическим характеристикам водосборов отнесены качественно-количественные показатели, характеризующие особенности строения водосбора: относительная озерность и распаханность, урбанизированность, относительная лесистость, относительная заболоченность.

Помимо рек, в базу данных включена информация о 1124 озерах с площадью более 0,1 км² и общей площадью водной поверхности 5502 км². В таблице 2 приведены результаты идентификации озер и их распределение по областям.

Таблица – 2 - Количество идентифицированных озер и их распределение в разрезе областей

Область	Количество озер			Площади озер, км ²		
	менее 10 км ²	более 10 км ²	всего	менее 10 км ²	более 10 км ²	всего
Актюбинская	695	52	747	1086	1131	2217
Атырауская	58	6	64	146	250	396
Западно-Казахстанская	273	35	308	763	1998	2761
Мангыстауская	1	4	5	0,9	127	128
Всего	1027	97	1124	1996	3506	5502

По условиям водообмена в регионе преобладают бессточные озера, что связано с особенностями климата и рельефа. Основным источником питания озер являются осадки холодного периода года. В период весеннего снеготаяния уровень озер поднимается от 0,2 до 6 метров. К середине лета из-за интенсивного испарения и фильтрации уровень озер резко понижается, а некоторые водоемы полностью пересыхают [20].

Важным результатом работы стало уточнение сведений о трансграничных водотоках. Всего на территории Западно-Казахстанского региона идентифицировано 110 трансграничных водотоков, что подчеркивает значимость международного сотрудничества в области управления водными ресурсами [21].

Инвентаризация гидротехнических сооружений. В рамках исследования проведено уточнение материалов о гидротехнических сооружениях региона. В результате сопоставления данных ДЗЗ с материалами уполномоченных органов Западно-Казахстанского региона и архивными материалами на исследуемой территории было идентифицировано ГТС и представлены в таблице 3.

Для каждого гидротехнического сооружения собраны и систематизированы технические характеристики, определено их текущее состояние и эксплуатационные параметры. Эти данные особенно важны для оценки водохозяйственной обстановки в регионе и планирования мероприятий по модернизации водохозяйственной инфраструктуры [22].

Таблица - 3 - Результаты инвентаризации водохозяйственной инфраструктуры Западно- Казахстанского региона

Тип гидротехнического сооружения	Количество, шт.	Основные характеристики
Каналы	159	Различного назначения (оросительные, обводнительные, коллекторно-дренажные)
Водохранилища	76	Общий полезный объем - более 240 млн м ³
Пруды	1124	Преимущественно сезонного регулирования
Насосные станции	50	Различной производительности, в т.ч. для водоснабжения населенных пунктов

Разработка цифровой платформы. Одним из ключевых результатов исследования стала разработка цифровой платформы «Водные объекты и водохозяйственная инфраструктура Западно-Казахстанского региона» (<https://westwater.kz/>). Основная цель данной системы - автоматизация и упрощение доступа к данным о водных и водохозяйственных объектах, предоставление удобного интерфейса для работы с данными, обеспечение возможности поиска, навигации и анализа данных.

На рисунке 3 отображена блок-схема структуры базы данных, реализация структуры произведена в СУБД SpatialLite. При разработке программного кода соблюдались основные принципы объектно-ориентированного программирования, а также производилось комментирование исходного кода для повышения эффективности доработки и дальнейшего анализа программного кода.

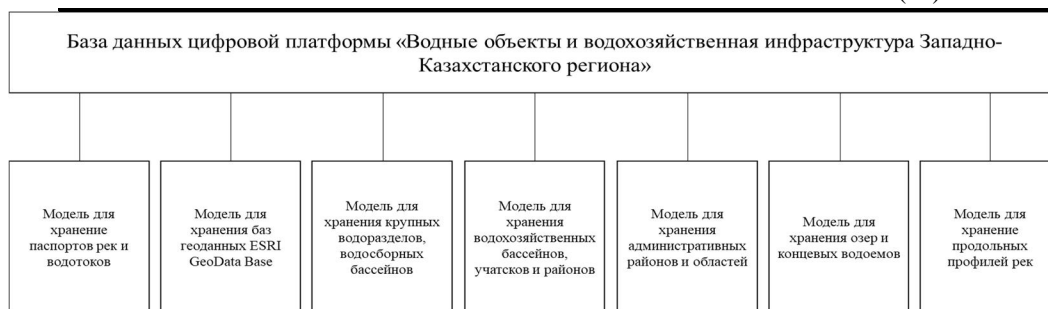


Рисунок 3 - Структура базы данных цифровой платформы

Цифровая платформа представляет собой клиент-серверное программное обеспечение, функционирующее на базе операционной системы Linux Debian x64. Программное обеспечение разработано с использованием программ и программных модулей, распространяемых по лицензии GNU GPL, что исключает необходимость приобретения платных лицензий и зависимость от технической поддержки производителем [23].

Серверная часть цифровой платформы реализована на базе фреймворка Django, который обрабатывает запросы от клиентской части и содержит бизнес-логику приложения. Разработаны специализированные модули для работы с геопространственными данными, включая инструменты конвертации форматов и смены проекций. Схема компонентов серверной части представлена на рисунке 4.



Рисунок 4 - Схема компонентов серверной части

Клиентская часть приложения использует Django templates для генерации страниц и JavaScript/jQuery для формирования запросов к серверу и обработки ответов. Интерфейс цифровой платформы реализован на HTML5 с использованием модульного интерфейсного фреймворка UIKit, что обеспечивает адаптивность и удобство использования.

Основная веб-страница платформы (рис. 5) состоит из четырех функциональных блоков:

1. Блок меню для навигации по разделам платформы;
2. Интерактивная карта для визуализации пространственных данных;
3. Таблица выбранных объектов;
4. Таблица выделенного объекта с детальной информацией.

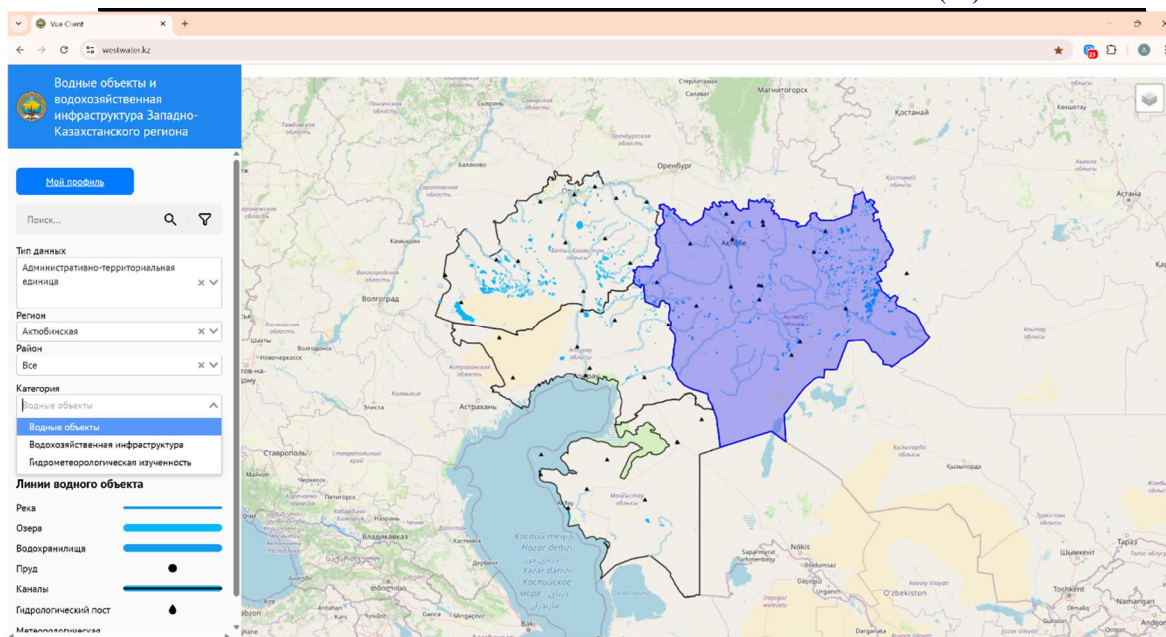


Рисунок 5 - Интерфейс цифровой платформы «Водные объекты и водохозяйственная инфраструктура Западно-Казахстанского региона»

Основным инструментом работы является интерактивная карта, созданная на базе библиотеки Leaflet - библиотеки с открытым исходным кодом, написанной на JavaScript и предназначенной для отображения карт на веб-сайтах, которое обеспечивает возможность работы со следующими слоями данных:

- Административно-территориальное деление (государственная, областная и районная границы);
- Водохозяйственное районирование (ВХБ, ВХР, ВХУ);
- Водные объекты (реки, озера);
- Водохозяйственная инфраструктура (каналы, водохранилища, пруды, насосные станции);
- Гидрометеорологическая изученность (гидрологические посты, метеорологические станции).

Цифровая платформа также включает возможность формирования различных таблиц и графиков на основе имеющихся в базе данных (табл. 5). Для визуализации данных используется библиотека Chart.js - бесплатная библиотека JavaScript с открытым исходным кодом, поддерживающая различные типы диаграмм: столбик, линия, площадь, круговая диаграмма, пузырь, радар, полярная диаграмма и точечная диаграмма.

Таблица – 5 - Основные функциональные возможности цифровой платформы

Функциональный блок	Реализованные возможности	Технологии реализации
Пространственная визуализация	Отображение различных слоев данных, интерактивное взаимодействие с объектами, масштабирование, измерение	Leaflet, JavaScript, GeoJSON

	расстояний	
Работа с атрибутивными данными	Просмотр паспортных данных объектов, просмотр и редактирование характеристик, группировка параметров по категориям	Django, JavaScript, SQLite
Поиск и фильтрация	Поиск объектов по названию, фильтрация по административным единицам и водохозяйственному районированию	Django, JavaScript, jQuery
Анализ и обработка данных	Построение графиков гидрологических характеристик, вычисление статистических показателей	Chart.js, JavaScript
Экспорт данных	Выгрузка атрибутивных данных в формате XLS, экспорт карт в формате PNG	Django, JavaScript

Для удобства работы с большим количеством атрибутивных данных реализована система категорий, обеспечивающая динамическое изменение структуры отображения информации в виде разворачивающихся списков и таблиц. Пример вывода характеристик выбранного объекта в виде разворачивающегося списка с табличными параметрами показан на рис. 6.

Река: р. Шаханкум (сух.)

Уникальный идентификатор: 1010829

[ПОДРОБНЕЕ](#)

Морфометрические характеристики водосборов —

ПАРАМЕТР	ЗНАЧЕНИЕ
Водосборная площадь, км ²	14.398579432678074
Средняя взвешанная высота водосбора Нв, м	320.255225
Средний уклон склонов водосбора Искл, ‰	3.010788049708293
Центр тяжести речного водосбора	67° 36' 44,392"
Центр тяжести речного водосбора	43° 52' 19,950"
Густота речной сети водосбора ρ	0.9242559972990545

Морфологические характеристики водосборов +

Основные гидрологические характеристики рек +

Основные гидрохимические характеристики рек +

Основные параметры реки +

Рисунок 6 - Вывод характеристик выбранного объекта в виде разворачивающегося списка с табличными параметрами



Интерактивная карта является ключевым элементом системы и позволяет пользователям работать с данными визуально. Карта поддерживает выбор водных и водохозяйственных объектов, их фильтрацию и отображение атрибутов в виде всплывающих окон и таблиц.

Каждый объект на карте сопровождается набором связанных данных, которые отображаются в интерактивных таблицах. Пользователи могут получить доступ к дополнительной информации, такой как гидрологические посты, морфометрические данные и другие параметры, путем клика на интересующий объект.

Заключение

В результате проведенного исследования создана единая цифровая пространственно-координированная гидрологическая база данных Западно-Казахстанского региона, включающая информацию о 3014 реках и временных водотоках, 1124 озерах, а также многочисленных гидротехнических сооружениях (таблица 3). Собраны, систематизированы и геопространственно привязаны данные гидрологических наблюдений по 192 постам и метеорологических наблюдений по 50 станциям.

Разработанная цифровая платформа «Водные объекты и водохозяйственная инфраструктура Западно-Казахстанского региона» обеспечивает удобный доступ к созданной базе данных, возможности поиска, навигации и анализа информации с использованием современных геоинформационных технологий.

Полученные результаты имеют важное практическое значение для решения следующих задач:

- Мониторинг состояния водных объектов и гидротехнических сооружений;
- Планирование мероприятий по рациональному использованию водных ресурсов;
- Оценка и прогнозирование гидрологических характеристик водных объектов;
- Обеспечение экологической безопасности региона;
- Принятие обоснованных управленческих решений в сфере водного хозяйства.

Дальнейшее развитие работы может быть связано с:

- Расширением функциональных возможностей цифровой платформы
- Интеграцией с другими информационными системами
- Созданием модулей анализа и прогнозирования
- Разработкой мобильного приложения для работы с базой данных

Разработанная методология и технические решения могут быть использованы для создания аналогичных информационных систем в других регионах Республики Казахстан и сопредельных государствах.

Благодарности

Исследование проводилось в рамках программы BR21882122 «Устойчивое развитие природно-хозяйственных и социально-экономических систем Западно-Казахстанского региона в контексте зеленого роста: комплексный анализ,

концепция, прогнозные оценки и сценарии» по подпрограмме «Оценка ресурсов поверхностных вод как основной фактор развития природнохозяйственных систем Западно-Казахстанского региона» финансируемого Комитетом науки Министерства науки и высшего образования РК.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Артюхин Ю.В. Современные подходы к интегрированному управлению водными ресурсами // Экология и водное хозяйство. – 2021. – № 3. – С. 12-25.
- [2] Медеу А.Р., Мальковский И.М., Толеубаева Л.С. Водные ресурсы Казахстана: оценка, прогноз, управление. – Алматы: Институт географии, 2019. – 432 с.
- [3] Бурлибаев М.Ж. Проблемы устойчивого управления водными ресурсами бассейна реки Жайык // Гидрометеорология и экология. – 2020. – № 2. – С. 52-67.
- [4] Ахметов С.К., Исмагулов А.А. Создание геоинформационных систем в области водного хозяйства: опыт и перспективы // Вестник КазНУ. – Серия географическая. – 2019. – № 4. – С. 18-29.
- [5] Мальковский И.М., Толеубаева Л.С. Водные ресурсы Казахстана: современное состояние, проблемы, пути решения. – Алматы: Ғылым, 2018. – 348 с.
- [6] Достай Ж.Д., Алимкулов С.К., Сапарова А.А. Водные ресурсы Казахстана: оценка, прогноз, управление. – Алматы: Институт географии, 2019. – 264 с.
- [7] Джумагулов А.А., Бейсембаева М.А., Рахимов И.М. Пространственная и временная изменчивость водных ресурсов Западно-Казахстанского региона // Гидрометеорология и экология. – 2018. – № 1. – С. 43-58.
- [8] Сатпаев А.Г. Гидрологическая изученность и проблемы оптимизации сети наблюдений в Казахстане // Вопросы географии и геоэкологии. – 2017. – № 3. – С. 15-27.
- [9] Медеу А.Р., Мальковский И.М., Толеубаева Л.С. Водная безопасность Республики Казахстан: проблемы и решения // Вопросы географии и геоэкологии. – 2020. – № 2. – С. 5-15.
- [10] DeLancey E.R., Kariyeva J., Cranston J., Cranston M. Hydrological modeling using GIS for arid regions // International Journal of Geoinformatics. – 2019. – Vol. 15(3). – P. 83-91.
- [11] Jones N.L., Strassberg G., Lemon A.M. A framework for hydrogeologic data management and visualization // Environmental Modelling & Software. – 2018. – Vol. 52. – P. 174-180.
- [12] Генеральная схема комплексного использования и охраны водных ресурсов Республики Казахстан. Утв. постановлением Правительства РК от 8 апреля 2016 года № 200.
- [13] Дайырбеков С.С., Джумагулова Н.Т. Геоинформационные системы в гидрологических исследованиях // Вестник КазНУ. Серия географическая. – 2019. – № 2 (53). – С. 23-31.
- [14] Li T., Wang G., Chen J., Wang H. Dynamic assessment of water resources in



arid and semiarid regions with water resource model and available data // *Hydrological Processes*. – 2020. – Vol. 34(4). – P. 964-983.

[15] Бекнияз Б.К., Алимкулов С.К. Современные методы и технологии в гидрологических исследованиях Казахстана // *Гидрометеорология и экология*. – 2020. – № 3. – С. 56-68.

[16] Ишекенова М.О., Омирсериков М.Ш. Анализ многолетних рядов гидрологических наблюдений на реках Западного Казахстана // *Вестник КазНУ*. – 2019. – № 4. – С. 112-120.

[17] Алимкулов С.К., Мырзахметов А.Б. Паспорт рек Казахстана // *Гидрометеорология и экология*. – 2024. – № 1. – С. 161-168.

[18] Алимкулов С.К., Мырзахметов А.Б. Гидрографическая сеть Республики Казахстан // *Исследования, результаты*. – 2023. – № 4 (100). – С. 247-257.

[19] Кожиков А.Е. Проблемы управления трансграничными водными ресурсами в Центральной Азии // *Центральная Азия и Кавказ*. – 2020. – № 2. – С. 91-104.

[20] Ермеков М.А., Джаналиева К.М. Озера Западного Казахстана: современное состояние и динамика // *Вестник КазНУ. Серия географическая*. – 2019. – № 2. – С. 34-42.

[21] Веселов В.В., Махмутов Т.Т., Смоляр В.А. Трансграничные водные объекты Республики Казахстан: проблемы и перспективы сотрудничества // *Водные ресурсы Центральной Азии*. – 2018. – №2. – С. 45-53.

[22] Ахмедсафин У.М., Шлыгина В.Ф., Кукобаев К.К. Исследование гидрологического режима водохранилищ Западного Казахстана // *Гидротехника и мелиорация*. – 2021. – № 1. – С. 34-42.

[23] Байжанов Б.С., Мусин А.Т. Применение открытого программного обеспечения для создания геоинформационных систем в Казахстане // *Информационные технологии в Казахстане*. – 2022. – № 1. – С. 48-59.

REFERENCES

[1] Artyukhin Yu.V. Sovremennyye podkhody k integrirovannomu upravleniyu vodnymi resursami [Modern approaches to integrated water resources management] // *Ekologiya i vodnoe khozyaistvo* [Ecology and Water Management]. – 2021. – № 3. – pp. 12–25.

[2] Medeu A.R., Mal'kovskii I.M., Toleubaeva L.S. Vodnye resursy Kazakhstana: otsenka, prognoz, upravlenie [Water resources of Kazakhstan: assessment, forecast, management]. – Almaty: Institut geografii [Institute of Geography], 2019. – 432 p.

[3] Burlibaev M.Zh. Problemy ustoichivogo upravleniya vodnymi resursami basseina reki Zhaiyk [Problems of sustainable management of water resources in the Zhaiyk river basin] // *Gidrometeorologiya i ekologiya* [Hydrometeorology and Ecology]. – 2020. – № 2. – pp. 52–67.

[4] Akhmetov S.K., Ismagulov A.A. Sozdanie geoinformatsionnykh sistem v oblasti vodnogo khozyaistva: opyt i perspektivy [Creation of geographic information systems in the field of water management: experience and prospects] // *Vestnik KazNU*.

Seriya geograficheskaya [Bulletin of KazNU. Geographical Series]. – 2019. – № 4. – pp. 18–29.

[5] Mal'kovskii I.M., Toleubaeva L.S. Vodnye resursy Kazakhstana: sovremennoe sostoyanie, problemy, puti resheniya [Water resources of Kazakhstan: current state, problems, solutions]. – Almaty: Gylym, 2018. – 348 p.

[6] Dostai Zh.D., Alimkulov S.K., Saparova A.A. Vodnye resursy Kazakhstana: otsenka, prognoz, upravlenie [Water resources of Kazakhstan: assessment, forecast, management]. – Almaty: Institut geografii [Institute of Geography], 2019. – 264 p.

[7] Dzhumagulov A.A., Beisembaeva M.A., Rakhimov I.M. Prostranstvennaya i vremennaya izmenchivost' vodnykh resursov Zapadno-Kazakhstanskogo regiona [Spatial and temporal variability of water resources in the West Kazakhstan region] // Gidrometeorologiya i ekologiya [Hydrometeorology and Ecology]. – 2018. – № 1. – pp. 43–58.

[8] Satpaev A.G. Gidrologicheskaya izuchennost' i problemy optimizatsii seti nablyudenii v Kazakhstane [Hydrological study and problems of optimizing the observation network in Kazakhstan] // Voprosy geografii i geoekologii [Issues of Geography and Geoecology]. – 2017. – № 3. – pp. 15–27.

[9] Medeu A.R., Mal'kovskii I.M., Toleubaeva L.S. Vodnaya bezopasnost' Respubliki Kazakhstan: problemy i resheniya [Water security of the Republic of Kazakhstan: problems and solutions] // Voprosy geografii i geoekologii [Issues of Geography and Geoecology]. – 2020. – № 2. – pp. 5–15.

[10] DeLancey E.R., Kariyeva J., Cranston J., Cranston M. Hydrological modeling using GIS for arid regions // International Journal of Geoinformatics. – 2019. – Vol. 15(3). – pp. 83–91.

[11] Jones N.L., Strassberg G., Lemon A.M. A framework for hydrogeologic data management and visualization // Environmental Modelling & Software. – 2018. – Vol. 52. – pp. 174–180.

[12] General'naya skhema kompleksnogo ispol'zovaniya i okhrany vodnykh resursov Respubliki Kazakhstan. Utv. postanovleniem Pravitel'stva RK ot 8 aprelya 2016 goda № 200 [General scheme of integrated use and protection of water resources of the Republic of Kazakhstan. Approved by the Decree of the Government of the Republic of Kazakhstan of April 8, 2016, No. 200].

[13] Daiyrbekov S.S., Dzhumagulova N.T. Geoinformatsionnye sistemy v gidrologicheskikh issledovaniyakh [Geographic information systems in hydrological research] // Vestnik KazNU. Seriya geograficheskaya [Bulletin of KazNU. Geographical Series]. – 2019. – № 2(53). – pp. 23–31.

[14] Li T., Wang G., Chen J., Wang H. Dynamic assessment of water resources in arid and semiarid regions with water resource model and available data // Hydrological Processes. – 2020. – Vol. 34(4). – pp. 964–983.

[15] Bekniyaz B.K., Alimkulov S.K. Sovremennye metody i tekhnologii v gidrologicheskikh issledovaniyakh Kazakhstana [Modern methods and technologies in hydrological research of Kazakhstan] // Gidrometeorologiya i ekologiya [Hydrometeorology and Ecology]. – 2020. – № 3. – pp. 56–68.

[16] Ishekenova M.O., Omirserikov M.Sh. Analiz mnogoletnikh ryadov gidrologicheskikh nablyudenii na rekakh Zapadnogo Kazakhstana [Analysis of long-

term series of hydrological observations on rivers of Western Kazakhstan] // Vestnik KazNITU [Bulletin of KazNITU]. – 2019. – № 4. – pp. 112–120.

[17] Alimkulov S.K., Myrzakhmetov A.B. Pasport rek Kazakhstana [Passport of the rivers of Kazakhstan] // Gidrometeorologiya i ekologiya [Hydrometeorology and Ecology]. – 2024. – № 1. – pp. 161–168.

[18] Alimkulov S.K., Myrzakhmetov A.B. Gidrograficheskaya set' Respubliki Kazakhstan [Hydrographic network of the Republic of Kazakhstan] // Issledovaniya, rezul'taty [Research, Results]. – 2023. – № 4(100). – pp. 247–257.

[19] Kozhakov A.E. Problemy upravleniya transgranichnymi vodnymi resursami v Tsentral'noi Azii [Problems of managing transboundary water resources in Central Asia] // Tsentral'naya Aziya i Kavkaz [Central Asia and the Caucasus]. – 2020. – № 2. – pp. 91–104.

[20] Ermekov M.A., Dzhanalieva K.M. Oзера Zapadnogo Kazakhstana: sovremennoe sostoyanie i dinamika [Lakes of Western Kazakhstan: current state and dynamics] // Vestnik KazNU. Seriya geograficheskaya [Bulletin of KazNU. Geographical Series]. – 2019. – № 2. – pp. 34–42.

[21] Veselov V.V., Makhmutov T.T., Smolyar V.A. Transgranichnye vodnye ob'ekty Respubliki Kazakhstan: problemy i perspektivy sotrudnichestva [Transboundary water bodies of the Republic of Kazakhstan: problems and prospects of cooperation] // Vodnye resursy Tsentral'noi Azii [Water Resources of Central Asia]. – 2018. – № 2. – pp. 45–53.

[22] Akhmedsafin U.M., Shlygina V.F., Kukobaev K.K. Issledovanie gidrologicheskogo rezhima vodokhranilishch Zapadnogo Kazakhstana [Study of the hydrological regime of reservoirs in Western Kazakhstan] // Gidrotekhnika i melioratsiya [Hydraulic Engineering and Land Reclamation]. – 2021. – № 1. – pp. 34–42.

[23] Baizhanov B.S., Musin A.T. Primenenie otkrytogo programmnoy obespecheniya dlya sozdaniya geoinformatsionnykh sistem v Kazakhstane [Application of open-source software for the creation of geographic information systems in Kazakhstan] // Informatsionnye tekhnologii v Kazakhstane [Information Technologies in Kazakhstan]. – 2022. – № 1. – pp. 48–59.

**Турсунова А.А., Мырзахметов А.Б., Баспакова Г.Р., Исақан Г.,
Қанай М.Ә., Достоева А.Ж.**

БАТЫС ҚАЗАҚСТАН ОБЛЫСЫ ҮШІН БІРЫҢҒАЙ САНДЫҚ КЕҢІСТІКТІК-ҮЙЛЕСТІРУШІ ГИДРОЛОГИЯЛЫҚ ДЕРЕКҚОРЫН ҚҰРАСТЫРУ

Андатпа. Мақалада Батыс Қазақстан облысының бірыңғай сандық кеңістіктік-үйлестіруші гидрологиялық қорын қалыптастырудың нәтижелері келтірілген. Бұл жұмыс өңірдің су ресурстарын басқару жүйесін дамытудағы маңызды қадам болып табылады және су шаруашылығы саласында негізделген шешімдер қабылдаудың тиімді құралын құруға бағытталған. Жұмысқа су нысандары, гидротехникалық құрылыстар бойынша гидрометеорологиялық деректер мен мәліметтерді талдау және жалпылау, сондай-ақ су ресурстарын кешенді басқару мақсатында деректерді сақтау, өңдеу және визуализациялауды



қамтамасыз ететін «Батыс Қазақстан облысының су нысандары және сушаруашылық инфрақұрылымы» сандық платформасын әзірлеу кіреді. Ұсынылып отырған дерекқоры облыстағы 192 гидрологиялық бекет, 50 метеобекет, 3176 өзен, 1124 көл және әртүрлі гидротехникалық құрылыстар туралы мәліметтерді қамтиды. Барлық нысандарға кеңістіктік байланыстыру жасалады және жан-жақты атрибуттық деректерімен бірге жүреді. Әзірленген сандық платформа Linux операциялық жүйесінде жұмыс істейтін ашық бастапқы коды бар заманауи клиент-сервер бағдарламалық құралы болып табылады.

Платформа пайдаланушыларға су және сушаруашылық нысандары туралы деректермен жұмыс істеу үшін интуитивті интерфейсті ұсынады, бұл аймақтың су ресурстарын басқару үдерісін айтарлықтай жеңілдетеді.

Кілт сөздер: гидрологиялық дерекқор; су нысандары; ҒАЖ-технологиялары; сушаруашылық инфрақұрылым; гидрометеорологиялық бақылаулар; сандық платформа; Батыс Қазақстан өңірі.

**Tursunova A.A., Myrzakhmetov A.B., Baspakova G.R., Isakan G.,
Kanay M.A., Dostayeva A. Zh.**

CREATION OF A UNIFIED DIGITAL SPATIALLY COORDINATED HYDROLOGICAL DATABASE FOR THE WEST KAZAKHSTAN REGION

Annotation. The article presents the results of the formation of a unified digital spatially coordinated hydrological database of the West Kazakhstan region. This work is an important step in the development of the region's water resources management system and is aimed at creating an effective tool for making informed decisions in the water sector. The work includes the analysis and generalization of hydrometeorological data and materials on water bodies, hydraulic structures, as well as the development of the digital platform "Water bodies and water management infrastructure of the West Kazakhstan region", which provides data storage, processing and visualization for integrated water resources management. The proposed database contains information on 192 hydrological posts, 50 meteorological stations, 3176 rivers, 1124 lakes and various hydraulic structures in the region. All objects are spatially linked and are accompanied by detailed attribute data. The developed digital platform is a modern open source client-server software based on the Linux operating system. The platform provides users with an intuitive interface for working with data on water and water management facilities, which greatly simplifies the process of managing the region's water resources.

Key words: hydrological database; water bodies; GIS technologies; water management infrastructure; hydrometeorological observations; digital platform; West Kazakhstan region.