

ГИДРОЛОГИЯ HYDROLOGY

УДК: 556.55

КЛАССИФИКАЦИЯ ВОДОХРАНИЛИЩ УЗБЕКИСТАНА

Б.К. ЦАРЁВ¹, Д.К. ЭШМУРАТОВ¹, К.В. ДЕРГАЧЁВ¹, И.В. ДЕРГАЧЁВА^{1*},
Г.Ш. ЭШМУРАТОВА², Г.М. ХАМДАМОВА¹

¹ Научно-исследовательский гидрометеорологический институт, eshmuratovd@gmail.com, dergacheva_iv@mail.ru

² Акционерное общество Гидропроект

Аннотация. Данная статья посвящена вопросам классификации водохранилищ Узбекистана по ряду характерных показателей. Приведенная в статье классификация водохранилищ Узбекистана по качественным и количественным показателям позволяет более обоснованно сформулировать задачи практического применения исследуемых водоемов, в частности, объективно обосновать технологию использования воды и режима эксплуатации водохранилища. Обобщенная и систематизированная информация о водохранилищах позволит более эффективно бороться с наводнениями и засухами, оптимизировать производство электроэнергии, развивать ирригацию для нужд сельского хозяйства, обеспечить население питьевой и бытовой водой, улучшить водоснабжение промышленных объектов и решить вопросы охраны окружающей среды.

Ключевые слова: водохранилища, классификация, генезис, территориальное распределение, типы регулирования.

Введение. Роль плотин и водохранилищ в устойчивом развитии не раз подчеркивалась в различных декларациях: Декларации международного саммита по устойчивому развитию, Пекинской декларации по гидроэнергетике и устойчивому развитию, Министерских декларациях пятого и шестого Всемирных водных форумов.

Согласно проведенному исследованию в Узбекистане насчитывается 56 действующих водохранилищ. Все они существенно отличаются друг от друга по емкости, площади акватории, другим показателям, назначению, условиям эксплуатации, динамике изменения накопленной водной массы, по гидрологическому режиму.

Одной из актуальных гидрологических задач является классификация водохранилищ по ряду характерных показателей и определение места конкретного водохранилища среди других. Решение данной задачи сопряжено с определенными трудностями, в первую очередь с отсутствием однородной сводной информации. Нет паспортизации водохранилищ в унифицированной форме. Кроме того, на современном уровне развития исследований необходимо, если это возможно, перейти от традиционной табличной или графической формы представления информации к аналитическим зависимостям, что позволит при совершенствовании мониторинга состояния водохранилищ применять математические методы для расчета различных показателей.

Фундаментальная (универсальная) классификация водохранилищ мира не создана, так как она требует одновременного учета природных, технических, экономических, социальных, экологических и природно-хозяйственных условий самых разных регионов. В

* Ответственный автор: dergacheva_iv@mail.ru, тел.: +998 99 328 37 39

связи с этим, целесообразно выполнение классификации водохранилищ для конкретного региона или страны по отдельным показателям (параметрам) [Авакян и др., 1987].

В данной статье приводятся данные по классификации водохранилищ Узбекистана **в целях** расширения знаний о характерных свойствах этих водных объектов и о закономерностях изменения их свойств от класса к классу.

Объект и предмет исследования. Объектом исследования являются водохранилища – географически динамичные природно-технические объекты, созданные и управляемые человеком для социально-экономического развития: ирригации, энергетики, рекреации и других разнообразных целей, главная из которых – регулирование стока и борьба с наводнениями или селепроявлениями. Предметом исследования является классификация водохранилищ по различным критериям.

Методы исследования. Эвристический анализ различной разнородной информации о характеристиках водохранилищах, статистический анализ режима притоков и оттоков, обобщение количественных показателей и формирование электронного архива данных. Применение космической информации в виде изображений акваторий водохранилищ в различные сроки, сопоставление и анализ изображений с наземными данными.

Основу **исходных данных** и картографической информации составляют опубликованные и утвержденные тематические карты, спутниковые снимки, материалы наблюдений, проводимых в Научно-исследовательском гидрометеорологическом институте, Узгидромете и Минводхозе.

Основная часть. Для анализа информации по водохранилищам Узбекистана и их систематизации в данной части приведены некоторые виды классификации, ориентируясь на работу, в которой они приведены с примерами по водохранилищам мира.

Классификация по объему (W) и площади водного зеркала (F) Авакяна А.Б. и Шарапова В.А. определяет степень влияния водохранилища на природную среду (табл. 1).

Классификация водохранилищ по максимальной и средней глубине Фортунатова М.А. (табл. 2) [Никитин А.М., 1991].

Таблица 1

**Классификация водохранилищ по объёму и площади водного зеркала
(Авакян А.Б. и Шарапов В.А.)**

Table 1

**Classification of reservoirs by volume and area of the water surface
(Avakyan A.B. and Sharapov V.A.)**

Класс	Крупнейшие	Очень крупные	Крупные	Средние	Небольшие	Малые
$W, \text{ км}^3$	>50	10 ÷ 50	1 ÷ 10	0,1 ÷ 1,0	0,01 ÷ 0,1	< 0,01
$F, \text{ км}^2$	>5000	500 ÷ 5000	100 ÷ 500	20 ÷ 100	2 ÷ 20	< 2

Таблица 2

**Классификация водохранилищ по максимальной и средней глубине
(Фортунатов М.А.)**

Table 2

Classification of reservoirs by maximum and average depth (Fortunatov M.A.)

Класс	Исключительно глубокие	Очень глубокие	Глубокие	Средней глубины	Неглубокие	Мелководные
$h_{\text{max}}, \text{ м}$	>200	100 ÷ 200	50 ÷ 99	20 ÷ 49	10 ÷ 19	< 10
$h_{\text{cp}}, \text{ м}$	>60	30 ÷ 60	15 ÷ 29	7 ÷ 14	3 ÷ 6	< 3

Классификация по генезису включает 7 классов: речные долинные, наливные, смешанный тип наливные-долинные, озерные водохранилища, приморские (отчлененные от моря с опреснением вод или без опреснения), временных водотоков и коллекторные. Эти классы определяют особенности гидрологического, гидрохимического и биологического режима водохранилища [Ирригация Узбекистана, 1975, 1979]. Тип класса легко устанавливается по схематической конфигурации акватории водохранилища в плане.

Классификации по конфигурации используют разные численные показатели формы водного зеркала, которые даются при НПУ (нормальном подпорном уровне) и при УМО (уровне мертвого объема). В целом объекты распределяются на 4 класса: русловые или пойменные, долинные, озеровидные и сложной конфигурации. Чем больше значение показателя развития береговой линии (μ), тем лучше для развития зон рекреации.

Классификация по характеру регулирования речного стока (табл. 3). Водоохранилища, разных классов по-разному, но существенно влияют на режим естественного стока.

Таблица 3

Классификация водохранилищ по характеру регулирования речного стока

Table 3

Classification of reservoirs by the nature of river flow regulation

Класс	Тип регулирования	Особенности
1	Многолетнее	Существенный забор стока в многоводные годы и большая сработка в годы малой водности
2	Сезонное	Для целей ирригации: аккумуляция воды в периоды многоводья (паводки), сработка в маловодные сезоны
3	Месячное, недельное, суточное	Для энергетических целей: увеличивается неравномерность стока по сравнению с естественным режимом стока

Классификация по глубине сработки уровня водохранилища (табл. 4). Величина сработки ΔH существенно влияет на биологические процессы в водоеме. Кроме того, чем больше величина сработки, тем хуже для развития рекреационных зон по берегам водохранилищ [Никитин А.М., 1991].

Таблица 4

Классификация водохранилищ по глубине сработки уровня водохранилища

Table 4

Classification of reservoirs by the depth of the reservoir level drawdown

Класс	Исключительно большая	Очень большая	Большая	Средняя	Небольшая	Малая
ΔH , м	>100	31 ÷ 100	11 ÷ 30	3 ÷ 10	1 ÷ 3	<1

Например, Чарвакское водохранилище в Узбекистане по величине сработки относится ко 2-му классу (очень большая).

Классификация по химическому составу вод Алекина О.А. (табл. 5). Классификация Алекина сочетает принцип деления по преобладающим ионам и по соотношению между ними. За основу взято шесть главных ионов, содержание которых выражено в миллиграмм-эквивалентах [Алекин О.А., 1946].

Таблица 5

Классификация водохранилищ по химическому составу вод (Алекин О.А.)

Table 5

Classification of reservoirs by the chemical composition of waters (Alekin O.A.)

Класс	Пресные	Солоноватые	Солёные	Рассолы
Минерализация, μ , г/л	< 1,0	1 ÷ 25	25 ÷ 50	> 50

Классификация по географическому положению (табл. 6) характеризует, в основном, высотное расположение водохранилища (Z), которое в определенной степени обуславливает и глубину (h), и значение обычной сработки уровня (ΔH), а также величину изменения площади водного зеркала при единичном изменении уровня воды (dF/dH).

Таблица 6

Классификация водохранилищ по географическому положению

Table 6

Geographical classification of reservoirs

Класс	Равнинные	Предгорные	Горные	Высокогорные
Z, м (абс.)	<700	700 ÷ 1200	1200 ÷ 2000	>2000
h_max, м	<25	70 ÷ 100	>100	> 100 ÷ 200
h_cp, м	5 ÷ 9	30 ÷ 35		
ΔH , м	2 ÷ 7	10 ÷ 20	50 ÷ 100	
dF/dH	Повышенные значения. Подтопление и переработка берегов. Ограничение хозяйственного освоения береговых территорий	Средние значения. Слабая переработка берегов. Хозяйственное освоение берегов затруднено	Малые значения. Переработки берегов почти нет. Заиление чаши водохранилища	

Есть и другие виды классификации, характеризующие гидрохимический режим вод, но обычно они рассматриваются как дополнительные. Среди них отметим следующие:

- по соотношению между главными группами ионов;
- по содержанию органических веществ;
- по цвету;
- по цветности (интенсивности окраса);
- по прозрачности (мутности);
- по критериям эвтрофности (процесс, нарушающий водную экосистему) различают 6 типов: дистрофные, олиготрофные, мезотрофные, эвтрофные, политрофные и гипертрофные.

Классификации по качеству воды оценивают сапробность, характеризующую видовой состав живых организмов вод, бактерии, планктон, бентос. Выделяются олигасапробные (чистые), альфа и бета сапробные (слабое и среднее загрязнение) и полисапробные (сильное загрязнение). Степень загрязнения воды возрастает с ростом номера класса: 1 – очень чистая; 2 – чистая; 3 – незначительно загрязненная; 4 – загрязненная; 5 – сильно загрязненная; 6 – очень грязная.

Анализ приведенного выше обзора классификаций приводит к выводу о необходимости разработки унифицированной формы паспорта водохранилищ по целому ряду признаков.

Основные результаты: В настоящее время в Узбекистане насчитывается 56 действующих водохранилищ (рис. 1). Продолжается строительство новых, относительно небольших по размерам водохранилищ. Наибольшее число действующих водохранилищ приходится на территорию Кашкадарьинской области на юге Узбекистана, затем суммарно в областях Ферганской долины [Географический ..., 2016].

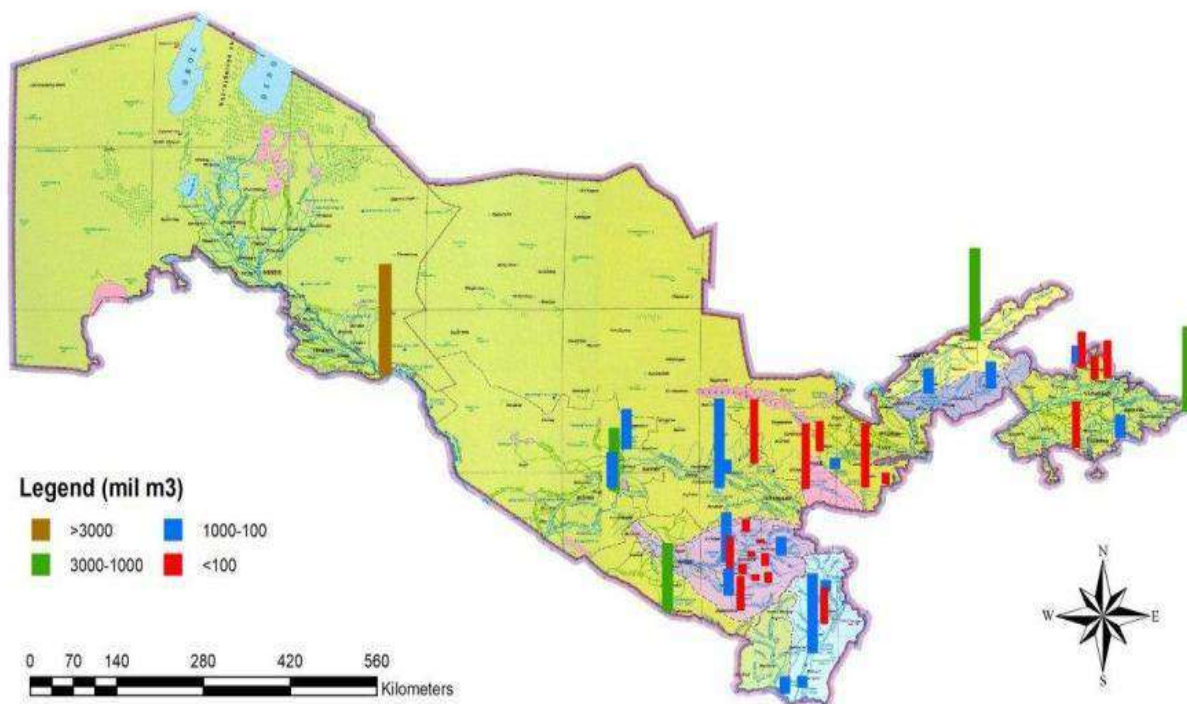


Рис. 1. Расположение водохранилищ на территории Узбекистана

Fig. 1. The location of reservoirs in the territory of Uzbekistan

В рамках исследования, проведенного в Лаборатории региональных проектов Отдела гляциологии НИГМИ был сформирован паспорт водохранилища, включающий семь основных групп показателей:

Группа 1 – Качественные показатели и характеристики (8)

Группа 2 – Морфометрические характеристики (19)

Группа 3 – Расчетные количественные показатели (14)

Группа 4 – Графические связи между показателями (10)

Группа 5 – Гидрологические характеристики (2)

Группа 6 – Картографическое представление объекта (2)

Группа 7 – Космическая информация (набор снимков из космоса)

Для каждой группы определен небольшой набор показателей, а для всех групп суммарно число показателей оказалось более 55-ти. Далее приведем пример для Тюябугузского водохранилища (Ташкентское море).

Как видно из рисунка 2, большинство водохранилищ Узбекистана – 61% построены в период Советского Союза, более 30 лет назад, Тюябугузское водохранилище относится к 22%-й группе старейших водохранилищ.

По величине площади водного зеркала водохранилища, расположенные на территории Республики Узбекистан, подразделяются на пять классов от малых до средних (рис. 3), наибольшее число (34%) водохранилищ имеют акваторию от 2 до 10 км². Туюбугузское водохранилище занимает третье место в Узбекистане по величине площади водного зеркала (64 км²). Самым крупным водным хозяйственным объектом в Узбекистане является Туямуонская гидроэлектростанция, представляющая собой систему из четырех взаимосвязанных водохранилищ и каналов на нижнем течении реки Амударьи, площадь водного зеркала всех четырех водохранилищ составляет 790 км² [CA Water-info]. В данной работе использованы данные только по Туямуонскому русловому водохранилищу. Поэтому самое крупное водохранилище, которое рассматривается в нашей работе – Каттакурганское с площадью водного зеркала 79,5 км², по классификации Авакяна А.Б. и Шарипова В.А. относится к средним.

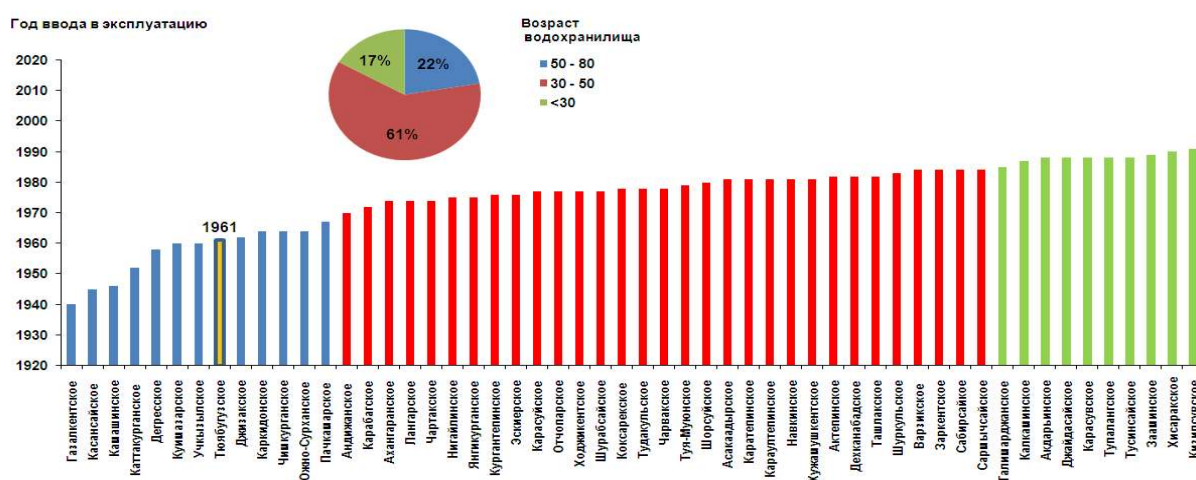


Рис. 2. Распределение водохранилищ Узбекистана по году ввода в эксплуатацию

Fig. 2. Distribution of reservoirs in Uzbekistan by year of commissioning

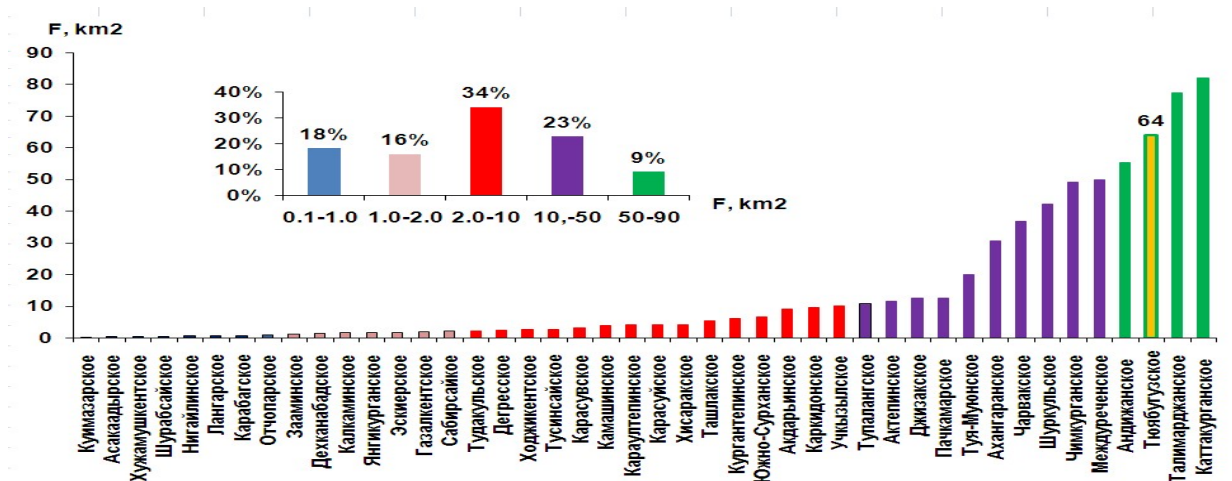


Рис. 3. Распределение водохранилищ Узбекистана по величине площади водного зеркала

Fig. 3. Distribution of reservoirs in Uzbekistan by size of water surface area

Тюябугузское водохранилище входит в третью группу по полному объему (рис. 4) и, таким образом, близко к средней величине, а по величине полезного объема в пятую группу (рис. 5), близко к средней величине по всем водохранилищам (200 млн. м³). Тюябугузское водохранилище имеет высоту плотины несколько ниже средней высоты плотин (43.5 м) водохранилищ Узбекистана (рис. 6) [Казаков и др., 1973].

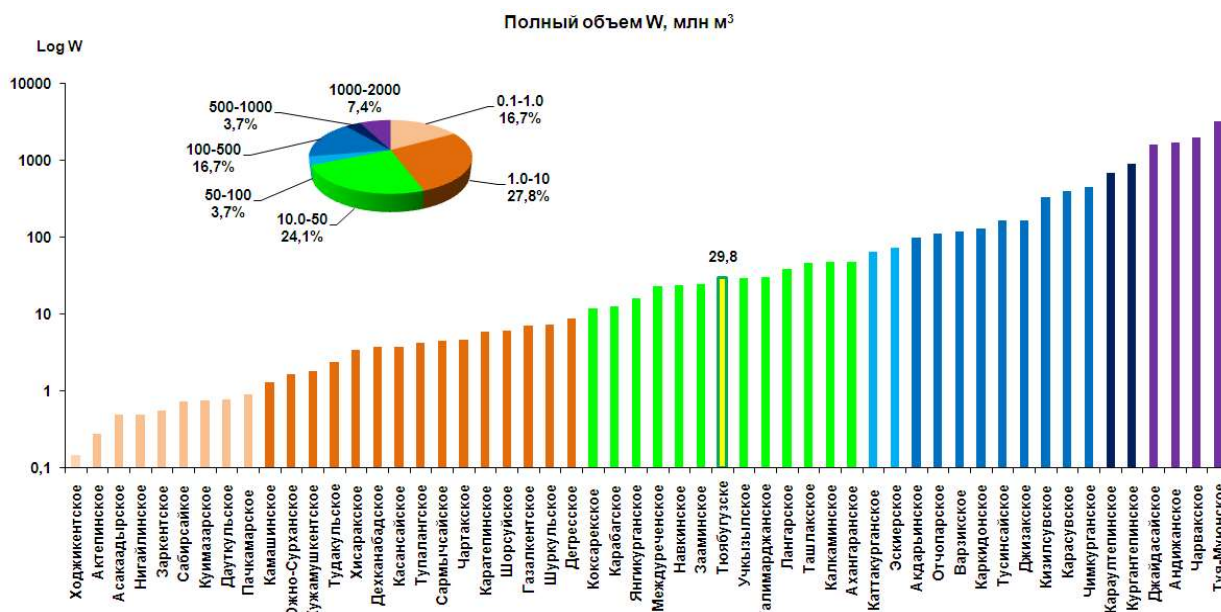


Рис. 4. Распределение водохранилищ Узбекистана по величине полного объема

Fig. 4. Distribution of reservoirs in Uzbekistan by total volume

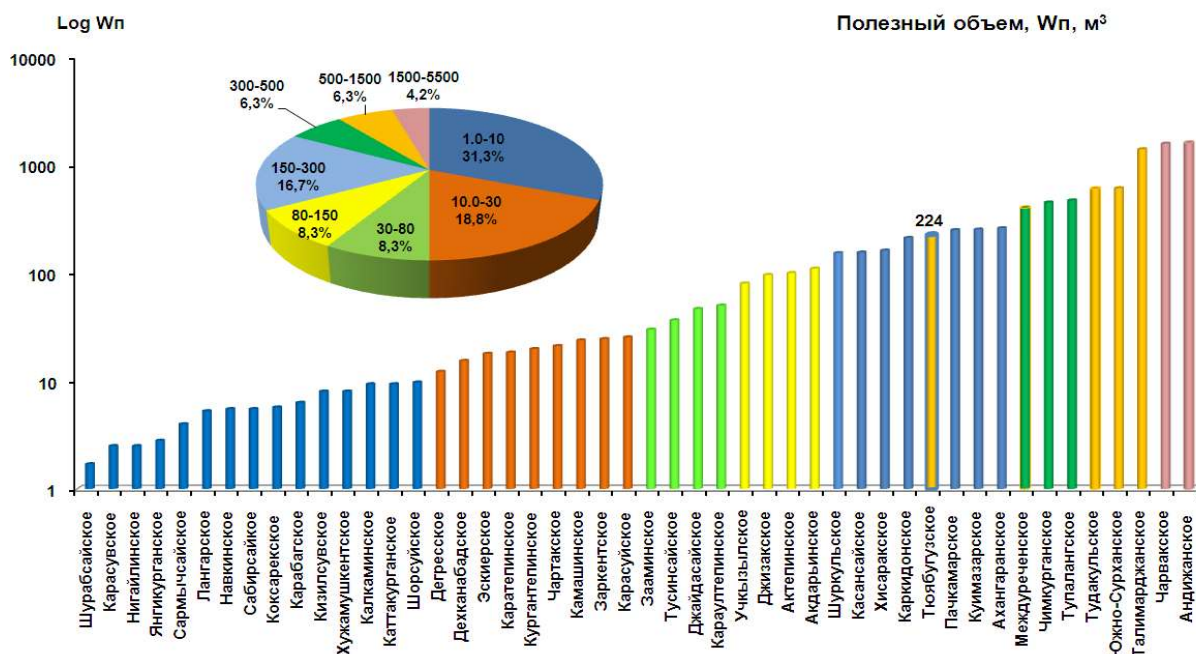


Рис. 5. Распределение водохранилищ Узбекистана по величине полезного объема

Fig. 5. Distribution of reservoirs in Uzbekistan in terms of useful volume

По главному назначению и эксплуатационному режиму водохранилища в Узбекистане, в основном, ирригационные (И), затем энергетического режима (Э). Некоторые водохранилища используются также комплексно, включая рекреационное назначение (Р).

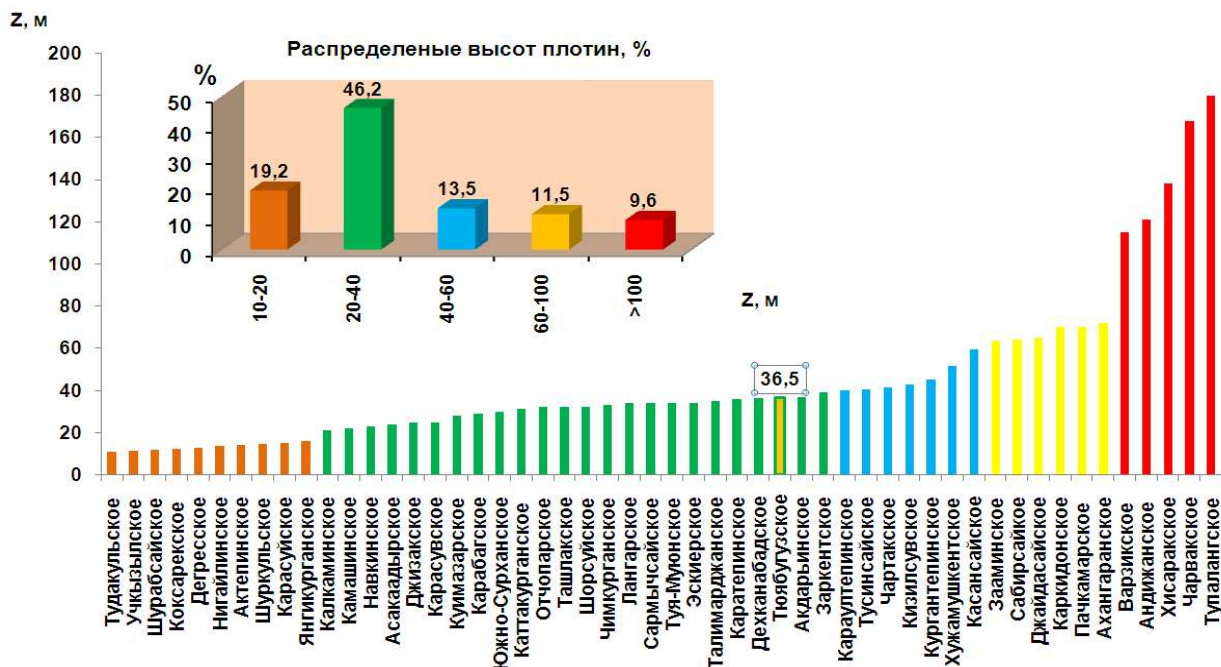


Рис. 6. Распределение водохранилищ Узбекистана по высоте плотины

Fig. 6. Distribution of reservoirs in Uzbekistan along the height of the dam

Обсуждение. Классификация любых природных объектов не является самоцелью. Классификация необходима, так как она выполняется в целях расширения наших знаний о характерных свойствах объектов изучения (водохранилищ) и о закономерностях изменения этих свойств от класса к классу. Таким образом, классификация водохранилищ – это система распределения этих водоемов по классам соответствии с их отличительными признаками и количественными показателями. Классификация объектов по различным качественным и количественным показателям позволяет более обоснованно сформировать задачи практического применения исследуемых водоемов и, в частности, объективно обосновать технологию использованию воды и режима работы водохранилища [Авакян и др., 1987]. При классификации водохранилищ мира разные исследователи рассматривали обычно какой-либо один показатель (реже 2 или 3) и выделяли классы по количественному критерию, давая качественную оценку влияния выделенного класса на природную среду.

В данной работе приведены некоторые результаты обобщения накопленной за весь период наблюдений информации о водохранилищах, расположенных на территории Республики Узбекистан. Итогом многолетней работы стала паспортизация водохранилищ Узбекистана в унифицированной форме.

Выводы. Успешное развитие экономики Республики Узбекистан находится в прямой зависимости от водных ресурсов страны. Особенно это относится к сельскому хозяйству, нормальное развитие которого невозможно без использования вод, аккумулированных в водохранилищах, эффективного управления этими водными ресурсами. В работе каталогизировано 56 действующих на территории Узбекистана

водохранилищ, которые существенно различаются друг от друга по емкости, площади водного зеркала, другим морфометрическим показателям, а также назначению, условиям эксплуатации, динамике изменения накопленной водной массы, по гидрологическому и гидрохимическому режимам. За последние годы были построены новые, в основном, небольшие водохранилища, гидрологический режим которых изучен недостаточно. Гидрологические наблюдения выполнялись только на некоторых водохранилищах (озерные станции). В связи с этим, задача обобщения всей совокупности накопленной к настоящему времени разнородной информации о характеристиках водохранилищ Узбекистана, их паспортизации в унифицированной форме, создание кадастра, частично описанная в данной работе, является актуальной и требующей дальнейшего изучения.

Вклад авторов. **Б.К. Царёв:** Методология, анализ, проверка, написание текста, руководство. **И.В. Дергачёва:** Концептуализация, анализ, написание текста, оформление, руководство. **Д.К. Эшмуратов:** Анализ, написание текста. **Г.Ш. Эшмуратова, К.В. Дергачёв, Г.М. Хамдамова:** Сбор данных, обработка, анализ, оформление. Все авторы прочитали и согласны с опубликованной версией рукописи.

ЛИТЕРАТУРА

- Авакян А.Б., Салтанкин В.П., Шаранов В.А. Водохранилища. – М.: «Мысль», 1987. – 325 с.
- Алекин О.А. К вопросу о химической классификации природных вод. Труды НИУ ГУГМС, серия IV, вып. 32. – Л: Гидрометеоздат, 1946. – 158 с.
- Географический Атлас Узбекистана. Государственный комитет по земельным ресурсам, геодезии, картографии и государственному кадастру Республики Узбекистан. – Ташкент, 2016. – 117 с.
- Ирригация Узбекистана (том II). Современное состояние и перспективы развития ирригации в бассейне р. Сырдарьи. – Ташкент, 1975. – 63 с.
- Ирригация Узбекистана (том III). Современное состояние и перспективы развития ирригации в бассейне р. Амударьи. Ташкент, 1979. – 102 с.
- Казаков К.К., Хамраев Н.Р., Дианов В.Г. Плотины Средней Азии. Ташкент, 1973. – 191 с.
- Никитин А.М. Гидрометеорологический режим водохранилищ СССР. Водохранилища Средней Азии. – Л: Гидрометеоздат, 1991. – 167 с.
- Электронные ресурсы:
CA Water-Info. URL:<http://www.cawater-info.net.html>

ЎЗБЕКИСТОН СУВ ОМБОРЛАРИНИНГ ТАСНИФЛАРИ

**Б.К. ЦАРЁВ¹, Д.К. ЭШМУРАТОВ¹, К.В. ДЕРГАЧЁВ¹, И.В. ДЕРГАЧЁВА¹,
Г.Ш. ЭШМУРАТОВА², Г.М. ХАМДАМОВА¹**

¹ Гидрометеорология илмий-тадқиқот институти, eshmuratovd@gmail.com, dergacheva_iv@mail.ru

² Ўзбекистон Республикаси “Гидропроект” акциядорлик компанияси

Аннотация. Ушбу мақола Ўзбекистондаги сув омборларини бир қатор характерли кўрсаткичларга кўра таснифлашга бағишланган. Мақолада келтирилган Ўзбекистон сув омборларини сифат ва миқдорий кўрсаткичлар бўйича таснифлаш ўрганилаётган сув омборларидан амалда фойдаланиш вазифаларини янада асосланган ҳолда шакллантириши, жумладан, сувдан фойдаланиш технологияси ва сув омборининг ишлаш тартибини объектив асослаш имконини беради. Сув омборлари ҳақидаги умумлаштирилган ва тизимлаштирилган ахборот сув тошқинлари ва қургўқчиликка қарши янада самарали курашиши, электр ишлаб чиқаришини оптималлаштириши, қишлоқ хўжалиги эҳтиёжлари учун суғоришни ривожлантириши,

аҳолини ичимлик ва маиший сув билан таъминлаш, sanoat объектларининг сув таъминотини яхшилаш ва экологик масалаларни ҳал қилиш имконини беради.

Калит сўзлар: сув омборлари, тасниф, генезис, ҳудудий тақсимланиш, оқимни бошқариш турлари.

THE CLASSIFICATION OF RESERVOIRS OF UZBEKISTAN

**B.K. TSAREV¹, D.K. ESHMURATOV¹, K.V. DERGACHEV¹, I.V. DERGACHEVA¹,
G.Sh. ESHMURATOVA², G.M. KHAMDAMOVA¹**

¹Hydrometeorological Research Institute, eshmuratovd@gmail.com, dergacheva_iv@mail.ru

²Joint Stock Company Hydroproject

Abstract. *This article is devoted to the classification of reservoirs in Uzbekistan by a number of characteristic indicators. The classification of reservoirs in Uzbekistan in terms of qualitative and quantitative indicators given in the article makes it possible to more reasonably form the tasks of the practical application of the studied reservoirs, in particular, to objectively substantiate the technology of water use and the mode of operation of the reservoir. Generalized and systematized information about water reservoirs will make it possible to more effectively combat floods and droughts, optimize electricity production, develop irrigation for agricultural needs, provide the population with drinking and household water, improve water supply to industrial facilities and solve environmental protection issues.*

Keywords: *reservoirs, classification, genesis, territorial distribution, types of regulation.*

REFERENCES

Avakyan A.B., Saltankin A.B., Sharapov V.A. Vodohranilisha [Reservoirs]. – M.: «Misl», 1987. – 25 s. (in Russian)

Alekin O.A. K voprosu o himicheskoi klassifikatsii prirodnykh vod [On the question of the chemical classification of natural waters]. Trudi NIU GUGMS, seriya IV, vip. 32. – L: Gidrometizdat, 1946. – 158 s. (in Russian)

Geograficheskii atlas Uzbekistana [Geographic Atlas of Uzbekistan]. Gosudarstvennii komitet po zemelnim resursam, geodezii, kartografii i gosudarstvennomu kadastru Respubliki Uzbekistan. – Tashkent, 2016. – 117 s. (in Uzbek)

Irrigatsiya Uzbekistana (Tom II). Sovremennoe sostoyanie i perspektivi razvitiya irrigatsii v basseynе r. Sirdarii [Irrigation of Uzbekistan. Volume II. The current state and prospects for the development of irrigation in the Syrdarya river basin]. – Tashkent, 1975. – 63 s. (in Russian)

Irrigatsiya Uzbekistana (Tom III). Sovremennoe sostoyanie i perspektivi razvitiya irrigatsii v basseynе r. Amudarii [Irrigation of Uzbekistan. Volume III. The current state and prospects for the development of irrigation in the Amudarya river basin]. – Tashkent, 1979. – 102 s. (in Russian)

Kazakov K.K., Khamraev N.R., Dianov V.G. Plotini Sredniy Azii [Dams of Central Asia]. – Tashkent, 1973. – 191 s. (in Russian)

Nikitin A.M. Gidrometeorologicheskii rejim vodohranilish SSSR. Vodohranilisha Srednei Azii [Hydrometeorological regime of reservoirs in the USSR. Reservoirs of Central Asia]. – L: Gidrometizdat, 1991. – 167 s. (in Russian)

Electronic resources:

CA Water-Info. URL: <http://www.cawater-info.net.html>