



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ

**СТРОИТЕЛЬНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ**

Издательство МИСИ – МГСУ

Д.В. Козлов

ВОДНОЕ ХОЗЯЙСТВО

Часть 1 ВОДОХРАНИЛИЩА

Рекомендовано

*Учебно-методическим советом НИУ МГСУ в качестве учебного пособия
для обучающихся по направлениям подготовки 08.03.01, 08.04.01 Строительство,
08.05.01 Строительство уникальных зданий и сооружений
(№ 2 от 20.03.2019)*

ISBN 978-5-7264-2139-1

© Национальный исследовательский
Московский государственный
строительный университет, 2020

Москва
2020

УДК 556.5
ББК 31.5
К59

Рецензенты:

доктор технических наук, профессор *В.К. Дебольский*,
главный научный сотрудник Института водных проблем Российской академии наук;
кандидат технических наук *Л.Д. Раткович*,
профессор кафедры комплексного использования водных ресурсов
и гидравлики Института мелиорации, водного хозяйства и строительства
ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

Козлов, Д.В.

К59 Водное хозяйство. Часть 1. Водохранилища [Электронный ресурс] : [учебное пособие для обучающихся по направлениям подготовки 08.03.01, 08.04.01 Строительство и 08.05.01 Строительство уникальных зданий и сооружений] / Д.В. Козлов ; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, кафедра гидравлики и гидротехнического строительства. — Электрон. дан. и прогр. (6 Мб). — Москва : Издательство МИСИ – МГСУ, 2020. — Режим доступа: http://lib.mgsu.ru/Scripts/irbis64r_91/cgiirbis_64.exe?C21COM=F&I21DBN=IBIS&P21DBN=IBIS. — Загл. с титул. экрана.

ISBN 978-5-7264-2139-1

В учебном пособии рассмотрены основные типы водных объектов суши и особенности использования водных объектов отраслями экономики, в том числе с участием гидроузлов; изложены общие сведения о водном и водохозяйственном балансах, гидрологических и водохозяйственных расчётах. Рассматриваются классификации водохранилищ и основные положения регулирования речного стока водохранилищами и каскадами гидроузлов, изменения речного стока под влиянием хозяйственной деятельности; обсуждаются вопросы жизнедеятельности системы «водохранилище — речной бассейн» как природно-техногенного комплекса, а также особенности влияния водохранилищ на речные бассейны.

Для обучающихся по направлениям подготовки 08.03.01, 08.04.01 Строительство, 08.05.01 Строительство уникальных зданий и сооружений.

Учебное электронное издание

© Национальный исследовательский
Московский государственный
строительный университет, 2020

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ	5
1. ВОДНЫЙ ФОНД И ВОДНЫЕ ОБЪЕКТЫ	7
2. РЕСУРС И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ.....	14
3. ОЗЁРА И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ	17
4. РЕЧНЫЕ БАСЕЙНЫ И ВОДОХРАНИЛИЩА.....	20
4.1. Реки и речные бассейны. Речной сток и его изменение под влиянием хозяйственной деятельности.....	20
4.2. Регулирование речного стока водохранилищами.....	32
4.3. Система «водохранилище — речной бассейн» как природно-техногенный комплекс	39
4.4. Влияние водохранилищ на речные бассейны	46
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	53

ВВЕДЕНИЕ

Современное водное хозяйство можно рассматривать как область человеческой деятельности, охватывающую изучение, учёт, планирование, использование и охрану водных ресурсов, а также выполнение ряда функций по предотвращению негативного воздействия вод и ликвидации его последствий.

Основной целью водного хозяйства является обеспечение населения и всех отраслей экономики водой в нужное время, в необходимом количестве и необходимого качества, а также борьба с вредным воздействием вод. Для достижения этой цели водное хозяйство решает следующие задачи:

- изучение, учёт и охрана водных ресурсов от истощения и загрязнения;
- повышение стока в маловодные периоды (благодаря эксплуатации водохранилищ) в целях удовлетворения потребностей населения и различных отраслей хозяйства;
- борьба с наводнениями путём регулирования паводков, прогнозирования процессов их развития и проведения защитных мероприятий;
- осуществление водных мелиораций в целях обеспечения оптимальной влажности почв путём устройства оросительных и осушительных систем;
- использование водной энергии рек в гидроэлектростанциях;
- содержание судоходных участков рек в требуемом для водного транспорта состоянии с помощью обеспечения необходимого уровня воды на судоходных путях посредством регулирования стока и дноуглубления;
- обеспечение условий для эффективного развития рыбоводства в реках, озёрах и водохранилищах;
- борьба с негативным воздействием вод, его предотвращение и др.

Решение перечисленных задач возможно только при тщательном изучении имеющихся водных ресурсов, правильном учёте используемых водных ресурсов в отраслях экономики и охране их от загрязнений. Необходимым условием для успешного решения поставленных задач, а также планирования водохозяйственных и водоохраных мероприятий, предоставления водных объектов в пользование и создания экономических механизмов водного хозяйства является наличие эффективного и актуального водного законодательства.

Структурно водное хозяйство состоит:

- из водного фонда (системы водных объектов);
- водохозяйственных объектов (основных производственных фондов);
- органов управления водным фондом, водохозяйственных организаций;
- учреждений научного и проектно-изыскательского обеспечения;
- организаций по строительству и эксплуатации водохозяйственных систем и сооружений.

К водохозяйственным объектам относятся сооружения (в том числе гидротехнические), обеспечивающие использование, восстановление и охрану водных объектов и их водных ресурсов. Специальные гидротехнические сооружения (водозаборы, гидроэлектростанции, насосные станции, шлюзы, водосбросы, водовыпуски и др.) работают в интересах водного хозяйства и обеспечивают такой режим водных источников, который создает возможность бесперебойного водопользования всеми потребителями.

К основным проблемам водного хозяйства России относятся:

- дефицит воды для нужд различных потребителей в ряде регионов;
- загрязнённость водных объектов;
- рост социально-экономических ущербов от вредного воздействия вод;
- нерациональное водопользование;
- недостаточное обеспечение населения качественной питьевой водой;
- недостатки в управлении трансграничными водными ресурсами;
- деградация водных экосистем, связанная с дефицитом и загрязнённостью воды.

Решение этих проблем достижимо только при условии эффективного управления водным хозяйством.

Учебное пособие предназначено для студентов, обучающихся по специальностям и направлениям укрупнённой группы подготовки «Техника и технологии строительства» (08.00.00), изучающих дисциплины «Гидротехнические и природоохранные сооружения. Гидротехническое строительство» (Б1.В.12) и «Инженерная гидрология» (08.03.01), «Сооружения речных гидроузлов» (08.05.01), «Проектирование сооружений речных гидроузлов и гидроэлектростанций» (08.04.01), и дополняет учебные издания, рекомендованные в качестве основной литературы по указанным выше дисциплинам.

Учебное пособие состоит из двух частей. В части 1 «Водоохранилища» рассмотрены основные типы водных объектов и особенности использования водных объектов отраслями экономики, в том числе с участием гидроузлов; излагаются общие сведения о водном и водохозяйственном балансах, гидрологических и водохозяйственных расчётах; рассмотрены классификации водохранилищ, основные положения регулирования речного стока водохранилищами и каскадами гидроузлов, изменения речного стока под влиянием хозяйственной деятельности; обсуждаются вопросы жизнедеятельности системы «водохранилище — речной бассейн» как природно-техногенного комплекса, а также особенности влияния водохранилищ на речные бассейны.

1. ВОДНЫЙ ФОНД И ВОДНЫЕ ОБЪЕКТЫ

Вода является одним из важнейших компонентов окружающей природной среды, она существует на нашей планете в разных формах как в атмосфере и на поверхности Земли, так и в литосфере. Сохранение и восстановление (возобновление) запасов и качества поверхностных и подземных вод являются одними из приоритетных задач государства.

Поверхностные и подземные воды входят в состав единого государственного **водного фонда** страны, который включает в себя все водные объекты, расположенные на её территории [11].

В соответствии с Водным кодексом Российской Федерации от 03.06.2006 № 74-ФЗ **водный объект** — природный или искусственный водоём, водоток либо иной объект, постоянное или временное сосредоточение вод в котором имеет характерные формы и признаки водного режима. При этом поверхностные воды и земли, покрытые ими и сопряжённые с ними (дно и берега водного объекта), рассматривают как единый водный объект, а земли называют землями водного фонда.

С генетической точки зрения водные объекты можно подразделить [11]:

- на **природные** — созданные природой и функционирующие по природным законам (моря, реки, ручьи, озёра, родники, гейзеры, болота, ледники и т.п.);
- **квазиприродные** — модифицированные человеком (обвалованные, углублённые, спрямлённые русла рек, водохранилища или запруды на реке, каптированные или магазинированные подземные воды и т.п.);
- **артеприродные** — искусственные, полностью созданные человеком, зачастую слабо взаимодействующие с окружающей средой (каналы, наливные водохранилища, плавательные бассейны, пожарные водоёмы и т.п.).

В зависимости от физико-географических, водно-режимных и других признаков водные объекты, правовой режим которых регулируется водным законодательством, подразделяются на поверхностные и подземные водные объекты (ст. 5–19 Водного кодекса Российской Федерации).

К **поверхностным водным объектам** относятся [11]:

- 1) *внутренние морские воды* (моря, заливы, проливы и др.);
- 2) *территориальное море страны* (прибрежные морские воды страны шириной 12 морских миль в соответствии с нормами международного права);
- 3) *поверхностные водные объекты суши*, состоящие из поверхностных вод и земель, покрытых ими и сопряжённых с ними, в том числе:
 - поверхностные *водотоки* (реки, ручьи, каналы);
 - поверхностные *водоёмы* (болота, озёра, пруды, водохранилища);
 - естественные *выходы подземных вод* (родники, гейзеры);
 - *ледники и снежники* (естественные и постоянно сохраняющиеся скопления льда и снега).

К **подземным водным объектам** относятся *бассейны подземных вод, водоносные горизонты, месторождения подземных вод*.

Кроме того, на водных объектах имеется огромное число различного рода гидротехнических сооружений (ГТС): плотины, гидроэлектростанции (ГЭС), шлюзы, дамбы, водозаборы, насосные станции и т.д.

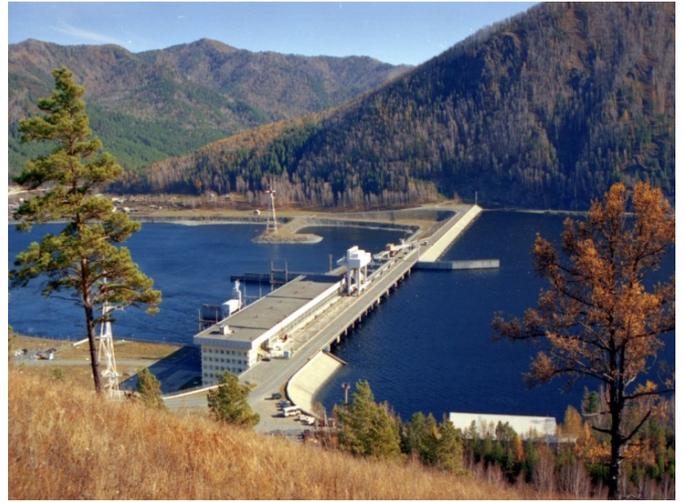
Группа или комплекс ГТС, объединённых местоположением и условиями совместной работы, называется **гидроузлом**. По виду водного объекта, на котором расположен гидроузел, различают гидроузлы *морские, речные, озёрные* и *гидроузлы на каналах* (рис. 1.1).

В соответствии с водным законодательством водные объекты предоставляются в пользование предприятиям, учреждениям и гражданам для удовлетворения их нужд и потребностей. Поэтому важно знать количество и пригодность для использования человеком воды в водных объектах.

Россия занимает 11,5 % всей земной суши с протяжённостью водного побережья в 60 тыс. км, омываемого водами 12 морей, принадлежащих бассейнам Северного Ледовитого, Тихого и Атлантического океанов, а также замкнутого внутреннего (внутриконтинентального) бассейна Каспийского моря (озера). Территория страны отличается обилием природных вод, хорошо развитой сетью многочисленных рек и озёр (рис. 1.2). На ней насчитывается свыше 2,5 млн больших и малых рек, более 2,7 млн озёр, сотни тысяч болот и других объектов водного фонда. В целом под водой (без болот) занято 72,2 млн га, из них 27,4 млн га (38 %) включены в состав земель водного фонда [1, 5, 7].



1



2



3



4

Рис. 1.1. Гидроузлы:

1 — морской (Комплекс защитных сооружений Санкт-Петербурга от наводнений); 2 — речной (Майнский гидроузел на р. Енисей, Республика Хакасия); 3 — озёрный (гидроузел на Торбеевом озере, Сергиево-Посадский р-н Московской обл.); 4 — на канале (Икшинский гидроузел на канале им. Москвы)

Объём статических водных ресурсов России оценивается в 88,9 тыс. км³ пресной воды, из них значительная часть сосредоточена в подземных водах, озёрах и ледниках. По запасам пресных природных вод, суммарный объём которых составляет 60 тыс. км³, Российская Федерация является богатейшим государством планеты. Поверхностные воды, включая болота, занимают 12,4 % территории страны [7].

Современные среднесуточные возобновляемые водные ресурсы Российской Федерации оцениваются в 4258,6 км³/год, в том числе чуть более 210 км³/год формируются на сопредельных территориях соседних государств. Быстрее всего возобновляются запасы в руслах рек. При этом доля российских рек (их статических водных ресурсов) составляет более 20 % мирового уровня, пресноводных озёр — около 30 %, болот и переувлажнённых территорий — свыше одной четверти. Запасы воды в многолетней мерзлоте и подземных льдах на территории России несколько превышают 5 % мирового объёма. Прогнозные ресурсы подземных вод страны оцениваются почти в 317 км³/год, а запасы подземных вод составляют менее 1 % мирового объёма.



Рис. 1.2. Гидрографическая сеть и водосборные бассейны на территории Российской Федерации [7]

Таким образом, Российская Федерация стабильно входит в лидирующую группу стран мира, наиболее обеспеченных водными ресурсами как по общим запасам, так и в расчёте на 1 жителя. Водообеспеченность населения федеральных округов изменяется в довольно широких пределах: от 3,5 тыс. м³/год на чел. в Центральном до 280 тыс. м³/год на чел. в Дальневосточном, при среднем по стране значении около 30 тыс. м³ на одного жителя [7].

Однако, располагая значительными водными ресурсами и используя ежегодно в среднем не более 2 % речного стока, Россия в целом ряде регионов испытывает дефицит в воде. И основная причина этого — крайне неравномерное распределение водных ресурсов по территории страны.

Наибольшими объёмами суммарных водных ресурсов обладают Красноярский край и Республика Саха (Якутия) (соответственно 930 и 881 км³/год), а наименьшими — Республики Крым, Калмыкия, Ингушетия и Белгородская, Курганская и Курская области. Около 15 субъектов Российской Федерации имеют объём водных ресурсов менее 10 км³/год [5, 7].

Водные ресурсы Российской Федерации формируются в различных климатических условиях. Для климата страны по всей её территории характерно разделение календарного года на холодный и тёплый сезоны и значительные перепады температур. По направлению на север и на восток годовая амплитуда температур увеличивается, а зимние температуры понижаются. Большая часть территории России лежит в умеренном климатическом поясе, материковые районы Крайнего Севера и острова в Северном Ледовитом океане — в арктическом и субарктическом поясах, а черноморское побережье страны расположено в субтропическом поясе (рис. 1.3).

На формирование водных ресурсов территории существенное влияние оказывают климатические факторы, в том числе образование осадков и их количество. На территории России, за исключением крупных островов Северного Ледовитого океана, в среднем выпадает 9653 км³ осадков, которые условно могут покрыть сушу слоем в 571 мм. Карта среднегодового распределения осадков на территории России представлена на рис. 1.4. В направлении с запада на восток происходит последовательное уменьшение количества атмосферных осадков, наблюдается их зональное распределение, которое изменяется под воздействием рельефа местности [7].