

С.В. Соболев, А.В. Февралев, И.С. Соболев

БЕЗОПАСНАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ



Нижний Новгород, 2016



Министерство образования и науки Российской Федерации



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»

С.В. Соболев, А.В. Февралев, И.С. Соболев

БЕЗОПАСНАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ

Утверждено редакционно-издательским советом университета
в качестве электронного учебного пособия

Нижний Новгород
ННГАСУ
2016

ББК 38.77

Б 40

Рецензенты:

И.В. Липатов – д-р техн. наук, профессор («Волжский государственный университет водного транспорта»)

А.Б. Гелашвили – д-р биол. наук, профессор (Национальный исследовательский университет – Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского)

Соболь, С.В. Безопасная эксплуатация водных объектов [Электронный ресурс]: учеб. пос. для студентов вузов /С.В. Соболь, А.В. Февралев, И.С. Соболь; Нижегород. гос. архитектур.- строит. ун-т – Нижний Новгород: ННГАСУ, 2016. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). ISBN 978-5-528-00159-3

В электронном учебном пособии (ЭУП) приведен в кратком (тезисном) изложении материал иллюстрированного курса лекций и практических занятий по дисциплине «Безопасная эксплуатация водных объектов», изучаемый в бакалавриате по направлению подготовки 08.03.01 Строительство, профилю Строительство инженерных, гидротехнических и природоохранных сооружений.

Пособие ориентировано на студенческую аудиторию и может быть полезно лицам, повышающим квалификацию.

Все права защищены. Копирование и публичное воспроизведение преследуется по закону.

Объем данных: 334 с., 160 Мб

Минимальные системные требования:

Процессор: Pentium III

Оперативная память: 256 Мб

Операционная система: Microsoft® Windows XP

Браузер v.6

ISBN 978-5-528-00159-3

© С.В. Соболь, А.В. Февралев, И.С. Соболь, 2016

© ННГАСУ, 2016

Содержание

- Введение – 6
- 1. Водные ресурсы – 8
- 2. Водные объекты – 14
 - Виды водных объектов – 14
 - Реки – 23
 - Водоохранилища – 43
- 3. Водное законодательство – 61
 - Система водного законодательства – 61
 - Основные понятия, используемые в Водном Кодексе – 62
 - Бассейновые округа – 63
 - Водоохранные зоны и прибрежные защитные полосы – 64
 - Водный налог – 71
- 4. Водное хозяйство – 72
- 5. Водопотребление и водопользование – 76
 - Водоснабжение промышленности, сельского хозяйства и населения – 76
 - Отведение сточных вод в водные объекты – 94
 - Личные потребности человека – 103
 - Использование водных объектов в производстве электроэнергии – 106

- Использование водных объектов для водного транспорта и лесосплава – 149
- Использование водных объектов для рыбного промысла и рыбоводства – 163
- Использование водных объектов для добычи полезных ископаемых – 173
- Использование водных объектов для рекреации – 184
- Использование водных объектов для обеспечения пожарной безопасности – 196
- Использование водных объектов коренными народами Севера, Сибири и Дальнего Востока – 197
- Использование мелководий водохранилищ – 199
- 6. Воздействие водопотребителей и водопользователей на окружающую среду – 202
 - Размеры антропогенного воздействия на природную среду – 202
 - Воздействие ТЭС, АЭС и ГЭС на окружающую среду – 204
 - Изменение природных условий долин рек в результате создания водохранилищ – 213
 - Воздействие судоходства и лесосплава на водные объекты – 220
 - Воздействие нефтедобычи на шельфе на морскую среду – 224
- 7. Защита от негативного воздействия вод – 225
 - Защита от наводнений в долинах рек – 225
 - Защита от разрушения берегов морей, рек и водохранилищ – 239
- 8. Схемы комплексного использования и охраны водных объектов – 257
- 9. Водохозяйственный баланс водных объектов бассейна – 260
- 10. Водный режим водохранилищ при регулировании стока – 264
 - Регулирование речного стока водохранилищами – 264

- Характерные черты уровня режима водохранилищ – 267
- Водный баланс водохранилищ – 269
- Водохозяйственные расчеты водохранилищ – 276
- Определение проектных морфометрических параметров водохранилищ – 279
- Водный режим нижних бьефов гидроузлов – 281
- 11. Изменение морфометрических параметров водохранилищ в период эксплуатации – 287
 - Процессы, приводящие к изменению морфометрических параметров водохранилищ – 287
 - Изменение со временем морфометрических параметров водохранилищ – 293
 - Оценка потери земель в береговой зоне водохранилищ – 301
- 12. Правила использования водохранилищ – 302
- 13. Государственный водный реестр – 309
- 14. Мониторинг водных объектов – 314

- Библиографический список – 316

- Приложение 1. Типовые правила использования водохранилищ – 321
- Приложение 2. Вопросы по дисциплине «Безопасная эксплуатация водных объектов» – 332

Введение

В 2015 г. утвержден Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования для уровня БАКАЛАВРИАТ с направлением подготовки 08.03.01 Строительство. Согласно этому стандарту в учебном плане ННГАСУ предусмотрен профиль Строительство инженерных, гидротехнических и природоохранных сооружений, в который включена дисциплина **«Безопасная эксплуатация водных объектов»**.

Цель дисциплины – получение студентом базовых знаний и умений, нужных бакалавру для осуществления использования природных водных объектов (рек, озер) и выполнения работ по проектированию, строительству и эксплуатации искусственных водных объектов (водохранилищ, каналов) с обеспечением требований безопасности и охраны окружающей среды, также, овладение основами водного законодательства страны для применения в трудовой деятельности.

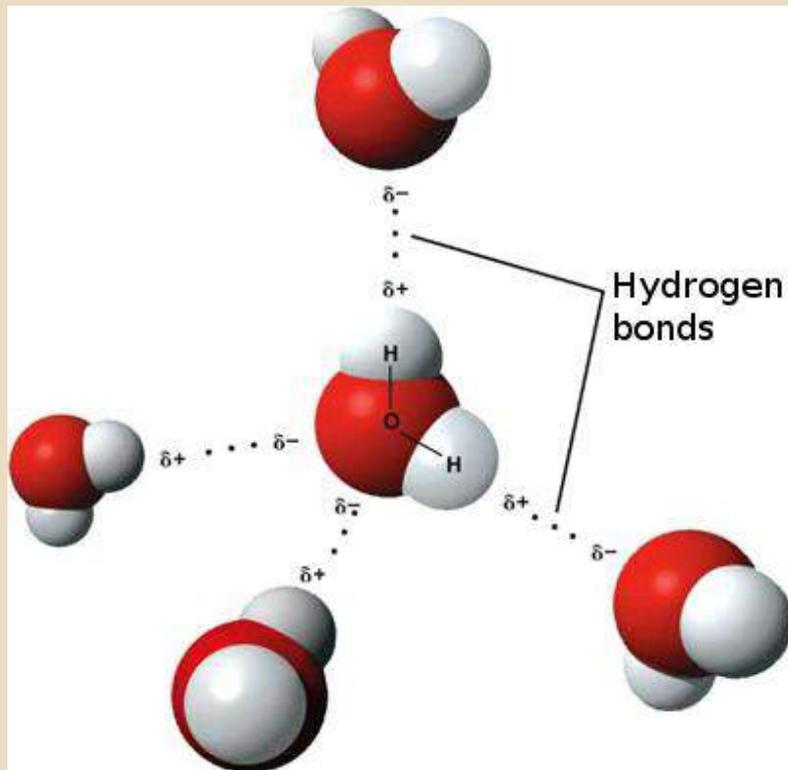
В учебном пособии сконцентрирован материал лекций и практических занятий по дисциплине «Безопасная эксплуатация водных объектов», почерпнутый из научно-технической литературы, нормативных документов и периодических изданий с иллюстрациями, многие из которых авторские. Текст представлен в краткой (тезисной) форме, имея в виду, что расширенное толкование материала делается преподавателем на аудиторных занятиях.

Пособие позволит студентам достаточно глубоко изучить вопросы дисциплины и сможет быть использовано при выполнении выпускных квалификационных работ.



Водные ресурсы

Вода (оксид водорода) — прозрачная жидкость, не имеющая цвета (в малом объёме) и запаха. Химическая формула: H_2O . В твёрдом состоянии называется льдом или снегом, а в газообразном — водяным паром.

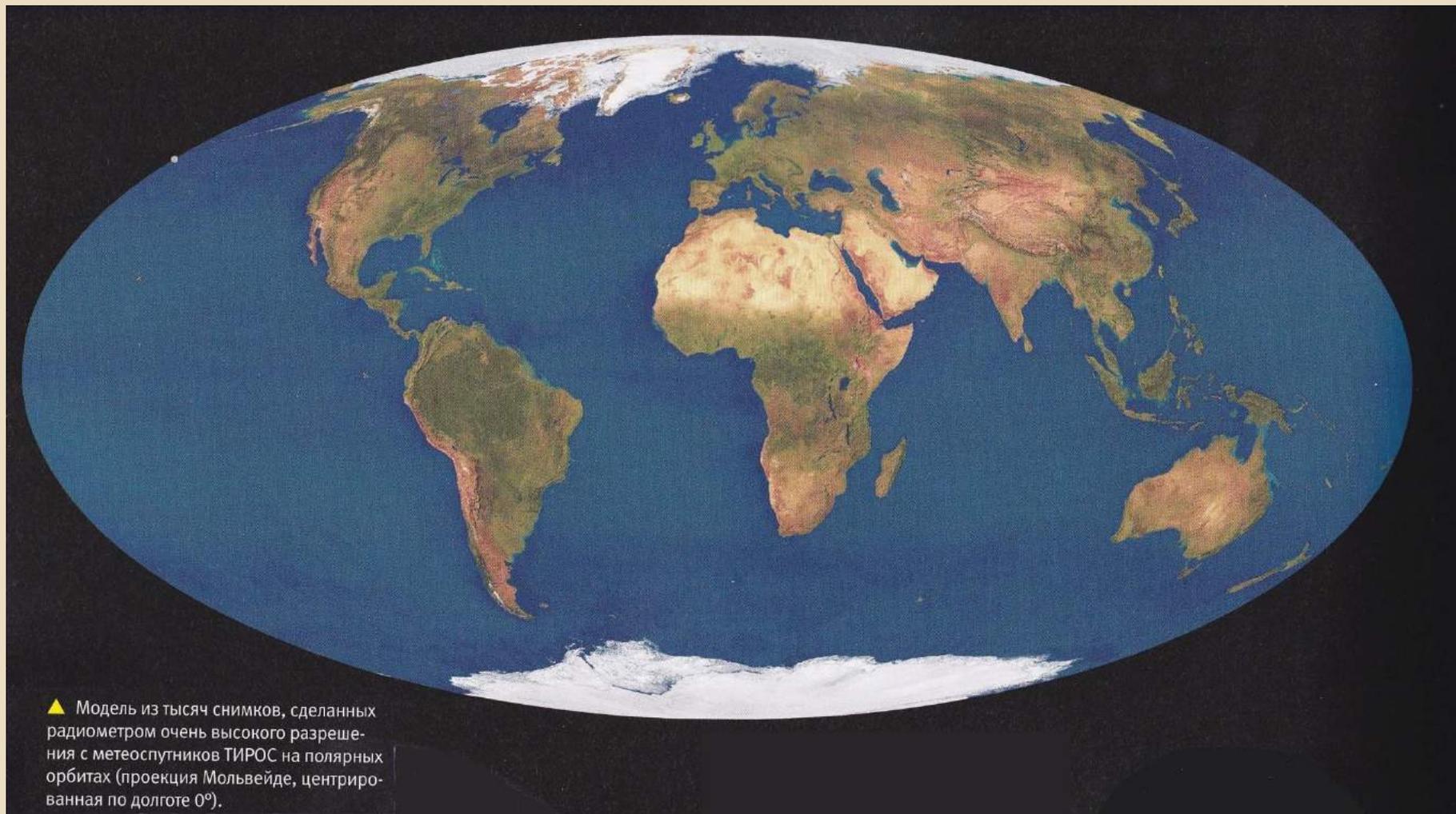


Молекулы воды



Ниагарский водопад зимой: вода, снег, лед, водяной пар

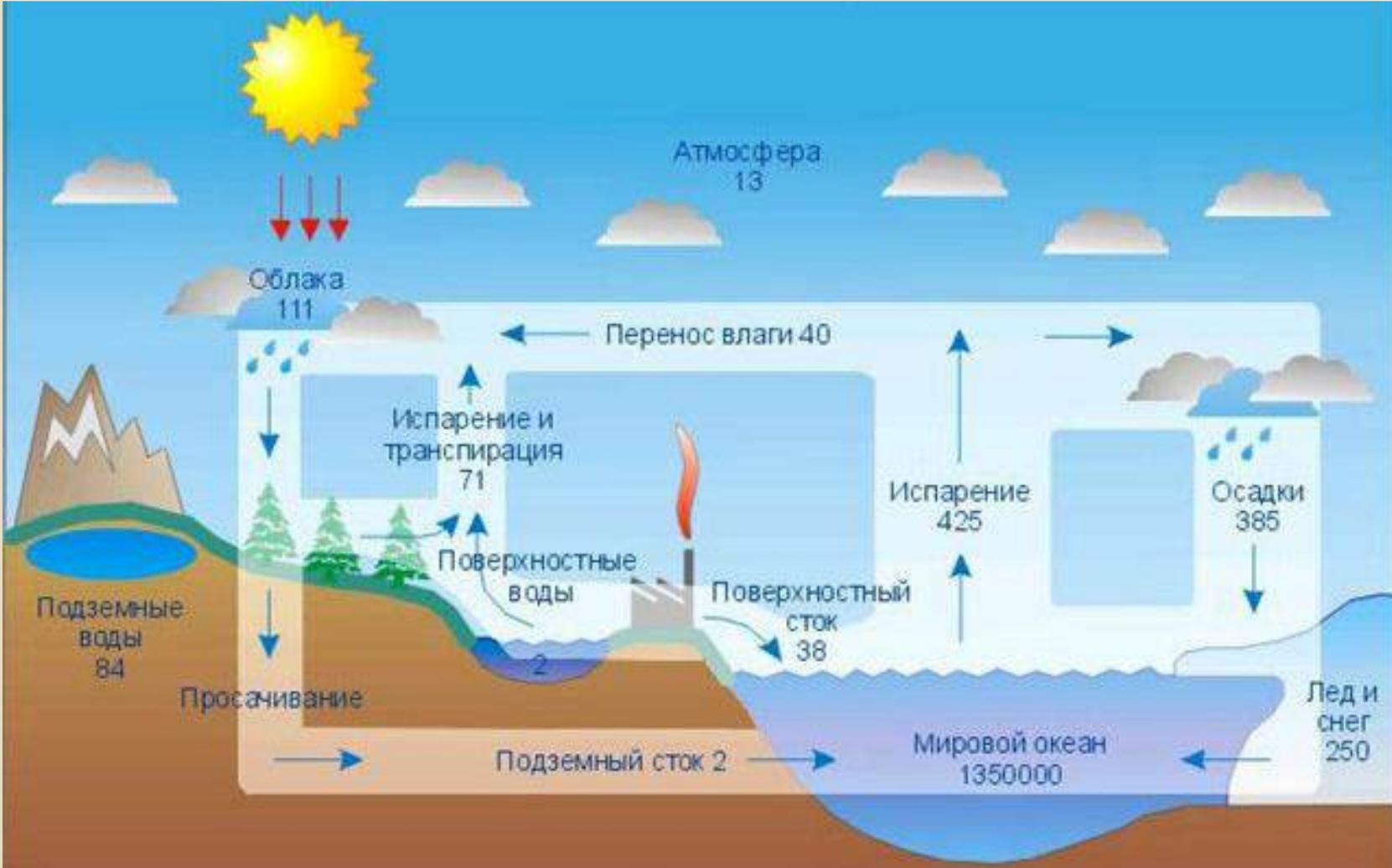
Около 71 % поверхности Земли покрыто водой.



Землю принято представлять как систему сфер: литосфера, атмосфера, гидросфера, биосфера. Объем Земли 1083 млрд. км³. Общий объем гидросферы Земли – 1,46 млрд. км³



Гидросфера находится во взаимодействии со всеми другими сферами Земли. Между ними осуществляется количественный обмен энергией и веществом.



Круговорот воды в природе (тыс. км³)

Наиболее востребованным у населения Земли является пресный поверхностный сток.

Отношение стока к количеству осадков, выпадающих на суше, равно 36,4%.

Данное отношение (**коэффициент стока**) изменяется в зависимости от физико-географических условий того или иного региона.

Ресурсы речного стока некоторых стран

Страны, обладающие наибольшими возобновляемыми водными ресурсами

Страна	Площадь территории, млн. км ²	Среднегодовой сток, км ³ /год*	Водообеспеченность территории, тыс.м ³ /км ² в год
Бразилия	8,510	5 668 (9 230)	660,0
Россия	17,075	4 003 (4 266)	234,4
Китай	9,600	2 880 (2 550)	300,0
Канада	8,700	2 740 (2 472)	314,9
США	9,400	2 345 (2 345)	249,4
Индия	3,270	1 586 (1 680)	485,0
Норвегия	0,320	366 (405)	1143,7
Франция	0,551	343 (183)	662,5
Казахстан	2,715	64,8	23,8
Польша	0,312	58	185,8
Таджикистан	0,143	51,2	358,0
Украина	0,604	49,9	82,6
Туркменистан	0,488	1,0	2,0

* без скобок – по оценкам 1970-х гг.; в скобках – по современным оценкам

Водообеспеченность территорий разных стран существенно различается

Водообеспеченность населения Земли по оценкам ООН

По данным ООН на 2005 г. дефицит воды, включая сельскохозяйственные и промышленные нужды, оценивался в 230 млрд. м³/год, а к 2025 г. дефицит пресной воды увеличится до 1,3 – 2,0 трлн. м³/год.

Годы	1995	2050
Численность населения Земли, млрд. человек	5,7	9,4
Процент населения:		
полностью обеспеченного водой	92 %	58 %
с ограничениями в доступе к воде	5 %	24 %
испытывающего недостатки воды	3 %	18 %

В России воды в реках и озерах вполне достаточно для удовлетворения потребностей населения и экономики как в настоящее время, так и в отдаленной перспективе.

Водные объекты

Виды водных объектов

По Водному Кодексу РФ водные объекты подразделяют на поверхностные и подземные.

К поверхностным водным объектам относят:

● Моря и их отдельные части (проливы, заливы, бухты, лиманы и др.).

Территорию России омывают 13 морей: Каспийское, Азовское, Черное, Балтийское, Баренцево, Белое, Карское, Море Лаптевых, Восточно-Сибирское, Чукотское, Берингово, Охотское, Японское. Протяженность их береговой линии 60985 км. Суммарная площадь морской акватории России 8,6 млн км².

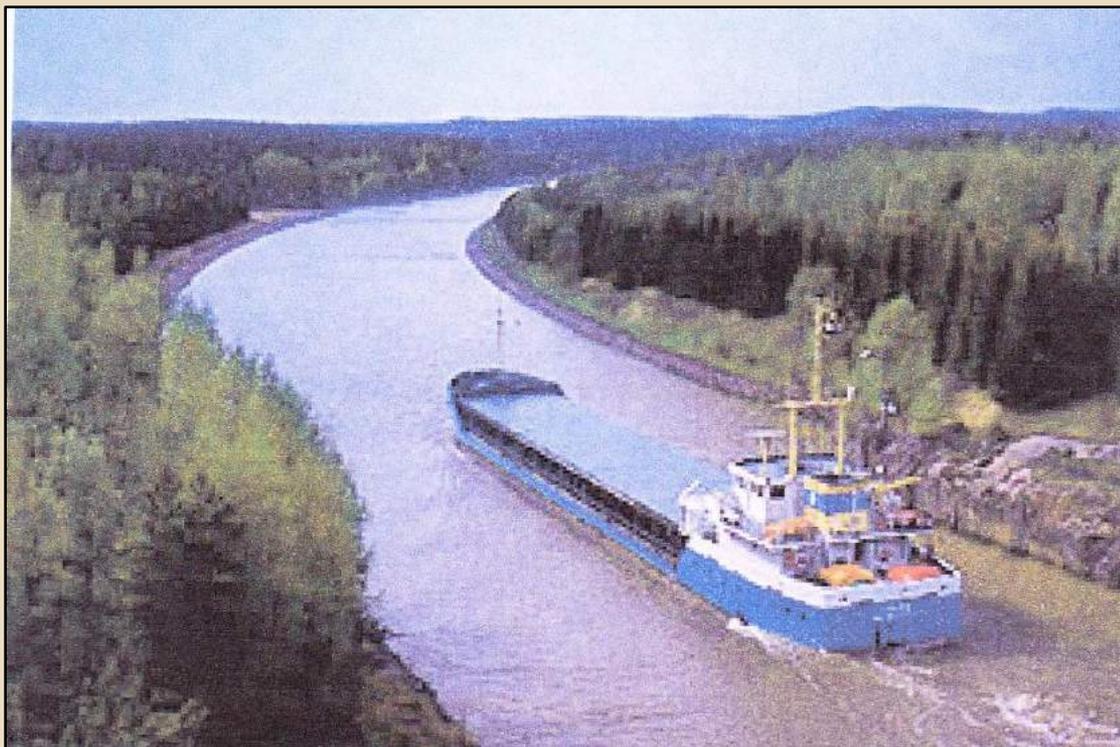


Берингово море, остров Беринга, лежбище морского котика

● Водотоки (реки, ручьи, каналы) .

На территории России протекает 2,5 млн рек и ручьев, суммарной длиной 8,3 млн км. Наиболее крупные каналы: Беломорско-Балтийский канал (1931 – 1933 гг., 227 км); канал имени Москвы (1932 – 1937 гг., 128 км); Волго-Донской судоходный канал (1948 – 1952 гг., 101 км); Волго-Балтийский водный путь (1964 г., 368 км).

Сайменский канал между оз. Сайма в Финляндии и Финским заливом Балтийского моря в Ленинградской области: длина 57,3 км; построен в 1845 – 1850 гг., реконструирован в 1963 – 1968 гг.

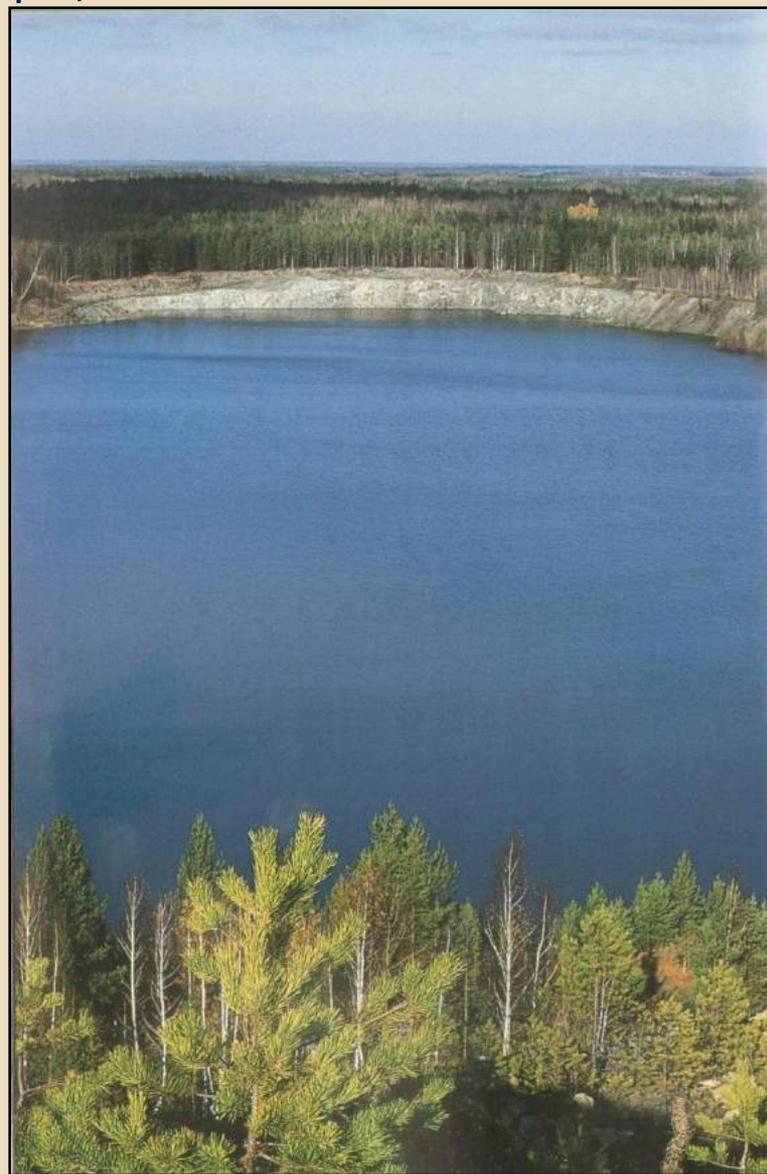


● Водоемы (озера, пруды, обводненные карьеры, водохранилища).

В России 2,7 млн озер суммарной площадью водной поверхности свыше 400 тыс. км² и объемом 26,5 тыс. км³. Наиболее крупные: Байкал (31500 км², 23000 км³), Ладожское (17000 км², 908 км³), Онежское (9720 км², 285 км³).



Озеро Джека Лондона, соединенное протокой Вариантов с озером Танцующих хариусов, в верховье бассейна р. Колымы



Затопленный карьер по добыче асбеста на Урале



Небольшое озеро в горах Кузнецкого Алатау: сверху видно, что в него впадает несколько ручьев, а вытекает одна речка. Это характерно для всех озер (Байкал – Ангара, Онежское – Свирь, Ладожское – Нева, Ильмень – Волхов и т.д.). То же и для водохранилищ.

● Болота.



Большое Васюганское болото в междуречье Оби и Иртыша:
самое большое на земном шаре, площадь 53 тыс. км², протяженность с запада на
восток 573 км, с севера на юг-320км

● Природные выходы подземных вод (родники, гейзеры).



Долина гейзеров на Камчатке:

3 июня 2007 г. в Долину гейзеров сошел селевой поток, образовав плотину высотой до 40 м; 7 июня плотину прорвало, глубина воды уменьшилась до 20 м и стабилизировалась

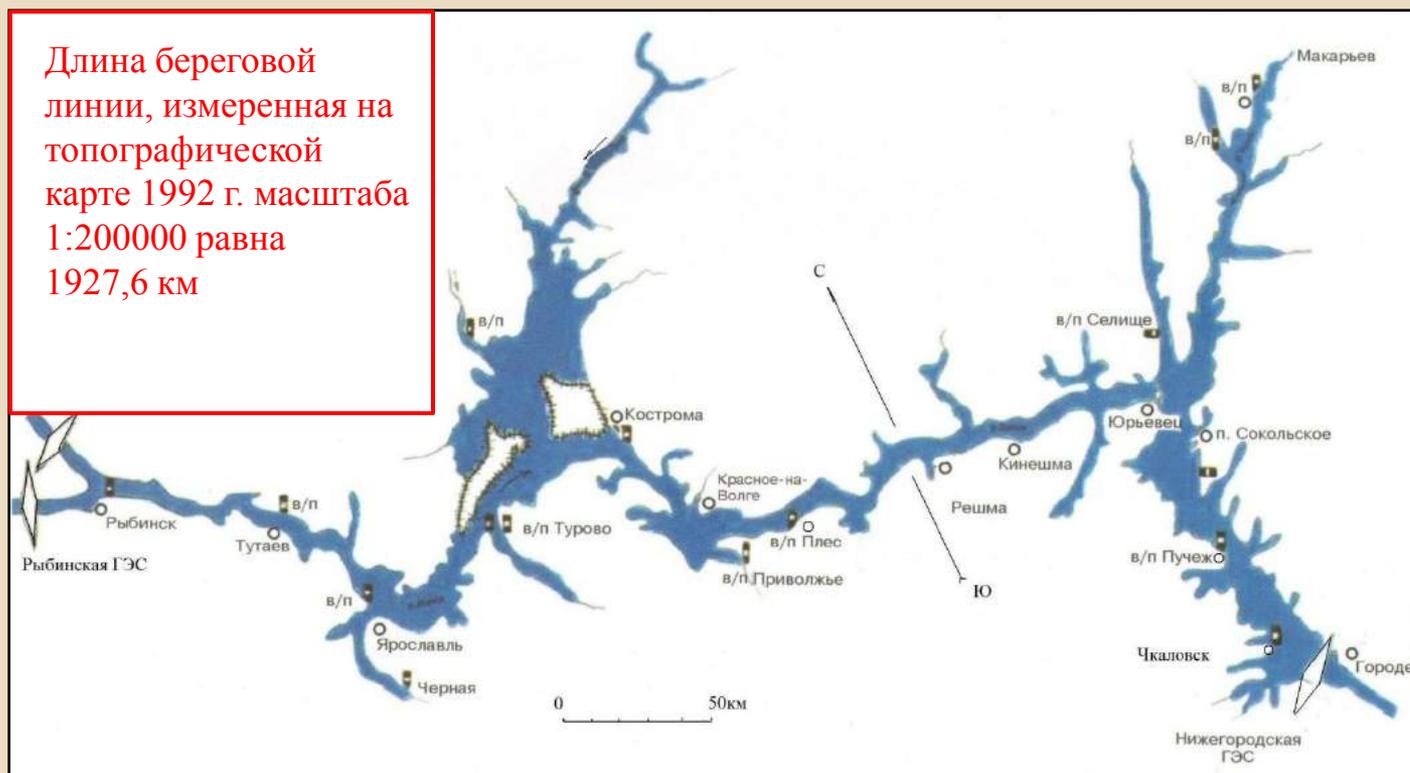
● Ледники, снежники.



Массив горы Белухи на Алтае, вид на Аккемский ледник, из которого берет начало р. Аккем – приток р. Катунь бассейна р. Оби

Береговая линия (граница поверхностного водного объекта) определяется:

- для моря – по постоянному уровню воды, а в случае периодического изменения уровня – воды по линии максимального отлива;
- для реки, ручья, канала, озера, обводненного карьера – по среднемуголетнему уровню вод в период, когда они не покрыты льдом;
- для пруда, водохранилища – по нормальному подпорному уровню воды;
- для болота – по границе залежи торфа на нулевой глубине.



План Горьковского водохранилища с береговой линией по урезу при НПУ = 84,00 м БС

К подземным водным объектам относят бассейны подземных вод.

Так, Республика Мордовия для хозяйственно-питьевого и производственного водоснабжения пользуется подземными водами (данные 2014 г.).

Общие прогнозные эксплуатационные ресурсы подземных вод – 2604,6 тыс.м³/сутки, в том числе: пермско-каменноугольный водоносный комплекс – 2435,6 тыс.м³/сутки; волжско-валанжинский водоносный горизонт – 7,9 тыс. м³/сутки; верхнемеловой водоносный горизонт – 152,1 тыс. м³/сутки; современный аллювиальный водоносный горизонт – 9,0 тыс. м³/сутки.

Обеспеченность прогнозными эксплуатационными ресурсами – 3,16 м³/сутки на 1 чел.

Утвержденные эксплуатационные запасы – 452,17 тыс. м³/сутки.

Общий объем добываемых вод – 164,60 тыс. м³/сутки.

Количество водозаборов – 455 .

[Государственный доклад о состоянии и об охране окружающей среды в Республике Мордовия в 2014 году. – Саранск, 2015. – 196 с.]

Реки

Крупнейшие реки мира

Название	Длина (км)	Площадь бассейна (тыс. км ²)	Средний расход воды в устье (тыс. м ³ /с)	Наибольший расход воды в устье (тыс. м ³ /с)	Объем стока (км ³ /год)
Амазонка	7100	7180	220,00	360,00	6903
Нил	6650	2870	2,30	6,40	
Янцзы	6300	1818	34,00	90,20	1080
Миссисипи — Миссури	5969	3229	19,00	59,00	598
Хуанхэ	5464	752	1,50	22,00	
Обь (с Иртышем)	5410	2990	12,70	43,00	
Парана (от истоков Паранаибы)	4380	2970	15,00	65,00	551
Меконг	4500	810	12,00	30,00	
Амур (от истоков Аргуни)	4440	1855	10,90	40,00	
Лена	4400	2490	17,00	200,00	536
Конго (с Луалабой)	4320	3691	40,00	75,00	1445
Макензи (от истоков Пис-Ривер)	4240	1760	14,00		
Нигер	4160	2092	12,00	35,00	
Енисей (от истоков Малого Енисея)	4102	2580	19,80	154,00	624
Волга	3530	1360	7,70	52,00	243
Инд	3180	960	3,80	30,00	
Юкон	3180	900	6,30		
Дунай	2850	817	6,40	20,00	
Ориноко	2730	994	29,00	55,00	913
Ганг (с Брахмапутрой)	2700	2055	38,00		



Река Амазонка на северо-востоке Перу

Амазонка – река в Южной Америке – величайшая из рек мира по длине, площади бассейна и водности. Она дает 16 % стока всех рек планеты.



Река Нил между городами Асуаном и Луксором в Египте

Нил (Эль- Бахр) – река в Африке, в Египте. Самая длинная река континента (по данным на 2006 г. – 6718 км).



Река Янцзы в Китае

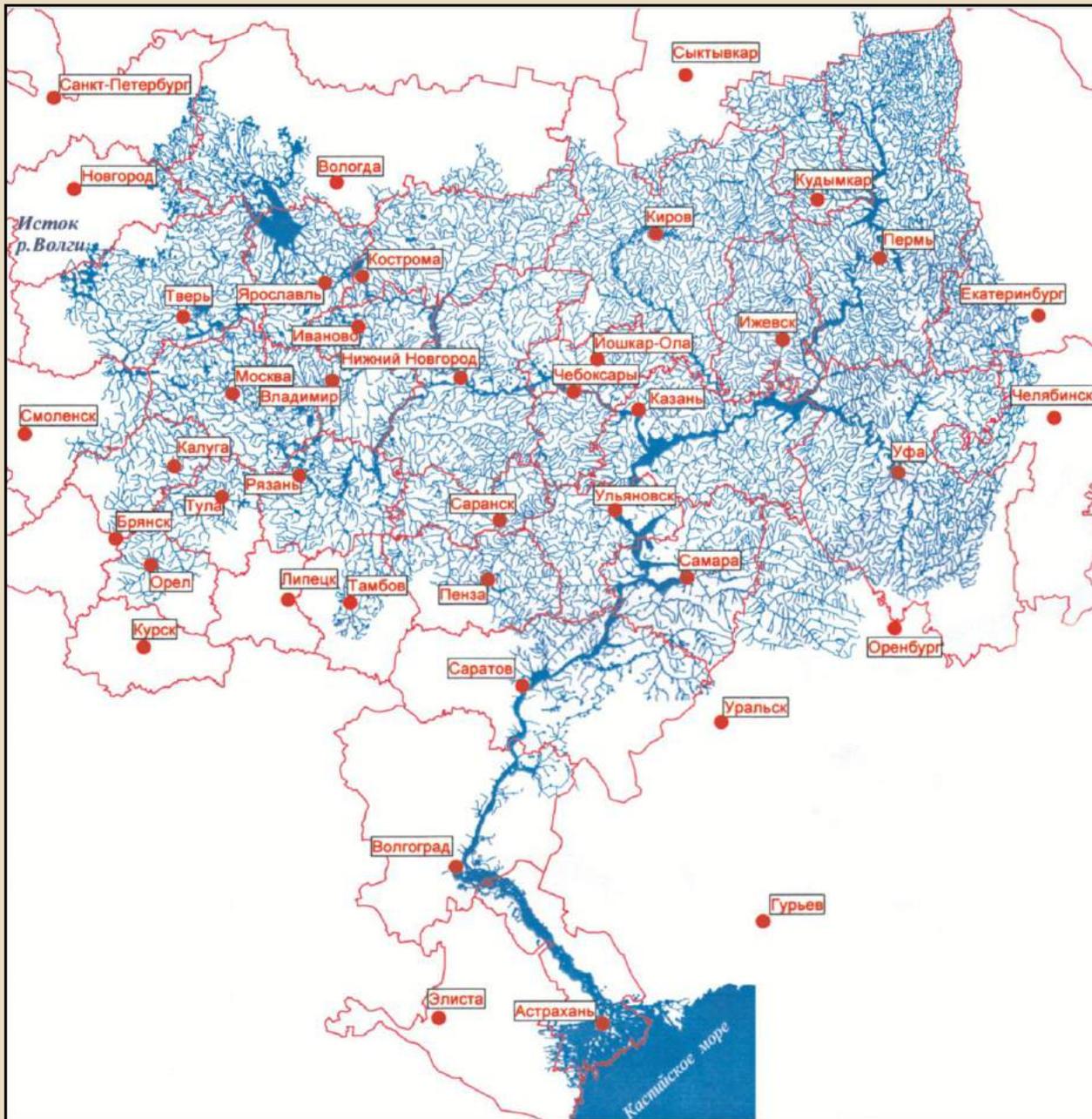
Янцзы (Голубая река)- река в Азии, в Тибете, в Китае – самая длинная и многоводная река Евразии.

- В России насчитывается:
- более 2,4 млн. ручьев длиной до 10 км общей протяженностью 4,83 млн. км;
 - 12764 малых рек длиной от 10 до 200 км протяженностью 3,0 млн. км;
 - 855 средних рек длиной от 200 до 500 км протяженностью 0,256 млн. км;
 - 210 больших рек длиной более 500 км протяженностью 0,189 млн. км.

Всего: 2,5 млн. ручьев и рек общей протяженностью 8,3 млн км.



Река в Сибири



Гидрографическая сеть в бассейне реки Волги:

показаны реки длиной более 15 км, нанесены границы субъектов РФ и административные центры.

**Площадь бассейна
1360000 км²**

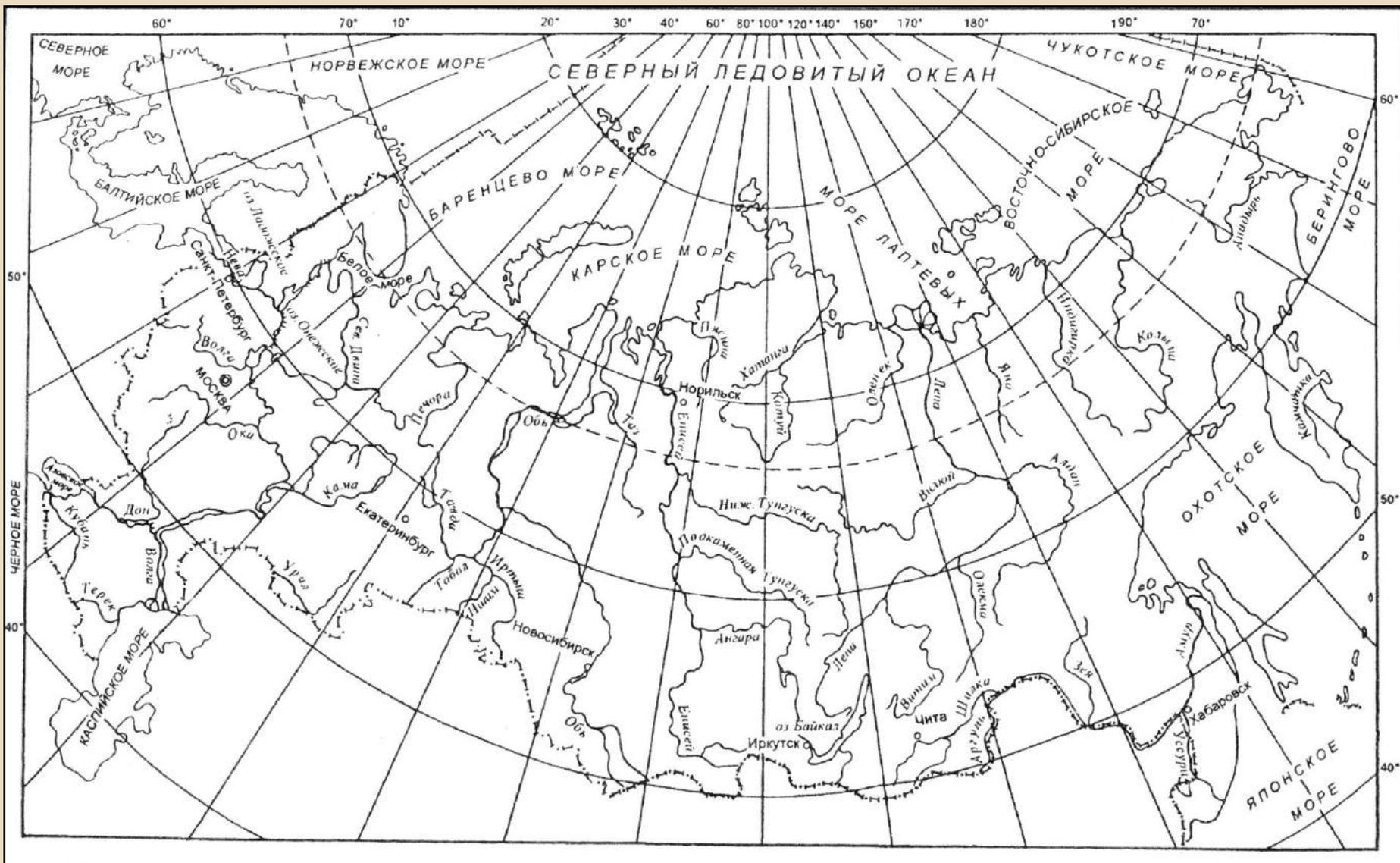
Классификация рек российскими стандартами

Классификация рек по длине [ГОСТ 19179 - 73]

Градация	Длина рек, км
Самые малые	менее 10
Малые	11...25
	26...50
	51...100
Средние	101...200
	201...300
	301...500
	501...1000
Большие	более 1000

Классификация рек по площади водосбора и водности [ГОСТ 17.1.1.02 - 77]

Категория реки	Площадь водосбора, км ²	Средний многолетний расход за период межени, м ³ /с
Большая	Более 50000	Более 100
Средняя	20000...50000	5...100
Малая	200...20000	2...5
Очень малая	Менее 200	Менее 2



Основные реки России

Характеристики крупнейших рек России

Река	Средне-многолетний сток, км ³ /год	Средне-многолетний расход в устье, м ³ /с	Площадь бассейна, тыс. км ²	Длина, км	Куда впадает
Енисей	630	19 800	2 580	5 844	Карское море
Лена	532	15 140	2 490	4 337	Море Лаптевых
Обь	400	12 700	2 990	5 570	Карское море
Амур	344	10 900	1 855	2 824	Охотское море
Волга	251	7 710	1 360	3 531	Каспийское море
Ангара	160,9		1 039	1 779	р. Енисей
Алдан	161,1	5 110	729	2 300	р. Лена
Кама	118,9		507	2 009	р. Волга
Печора	126	4 000	322	1 809	Баренцево море
Колыма	123	3 900	681	1 988	Вост.-Сиб. море
Н.Тунгуска	116,6	3 700	483	2 900	р. Енисей
Сев. Двина	110	3 491	357	744	Белое море
Хатанга	105	3 320	364	1 636	Море Лаптевых
Иртыш	89,3		1 643	4 248	р. Обь
Пясины	81,9	2 600	182	818	Карское море
Нева	79,7	2 530	281	74	Балтийское море
Вилюй	72,2	2 290	454	2 654	р. Лена
Витим	69,4	2 200	241	1 823	р. Лена
Зея	59,9		233	1 242	р. Амур
Индигоирка	58,3	1 758	358	1 810	Вост.-Сиб. море
П.Тунгуска	55,2	1 750	249	1 832	р. Енисей
Анадырь	53	1 700	198	1 124	Берингово море
Оленёк	38,9	1 265	218	2 219	Море Лаптевых
Камчатка	32,5	1 030	55,9	704	Берингово море
Яна	31,5	1 000	232	856	Море Лаптевых
Дон	28,1	935	422	1 870	Азовское море



Волга под г. Тверью, 1903 г.
Река здесь пребывает в бытовом
состоянии, а ниже – каскад
водохранилищ



Степан Разин на Волге бросает за борт персидскую княжну. Гравюра из книги, опубликованной в Голландии

Разин Степан Тимофеевич (1630 – 1671 гг.), донской казак, атаман, в 1667 – 1669 гг. с отрядом казацкой голытьбы совершил грабительские походы на р.Волгу, на р.Яик (Урал) и по Каспийскому морю в Персию, весной 1670 г. возглавил крестьянскую войну, казнен в г. Москве.

Река Волга. С ней у людей всего мира ассоциируется образ России. Волга самая большая река Европы.



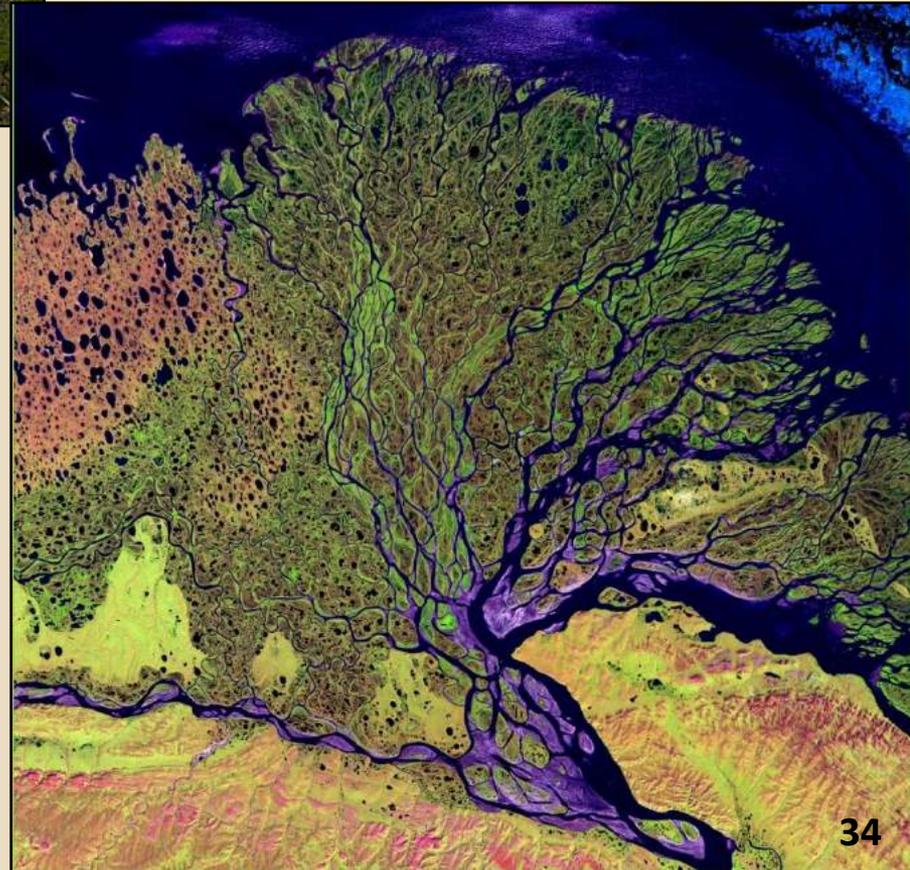
Река Енисей – самая многоводная и длинная река России:
участок ниже впадения р. Ангары у устья правого притока р. Сым;
на берегу – пос. Кривляк; снимок с самолета (GEO, сентябрь 2009 г.)



Дельта реки Лены на космическом снимке

Река Лена в среднем течении. Участок «Щеки»

Река Лена. Площадь ее дельты занимает 30 тыс. км². Это самая большая по размерам дельта реки в нашей стране и вторая в мире после дельты р. Миссисипи в США.





Река Колыма – самая крупная река северо-востока России

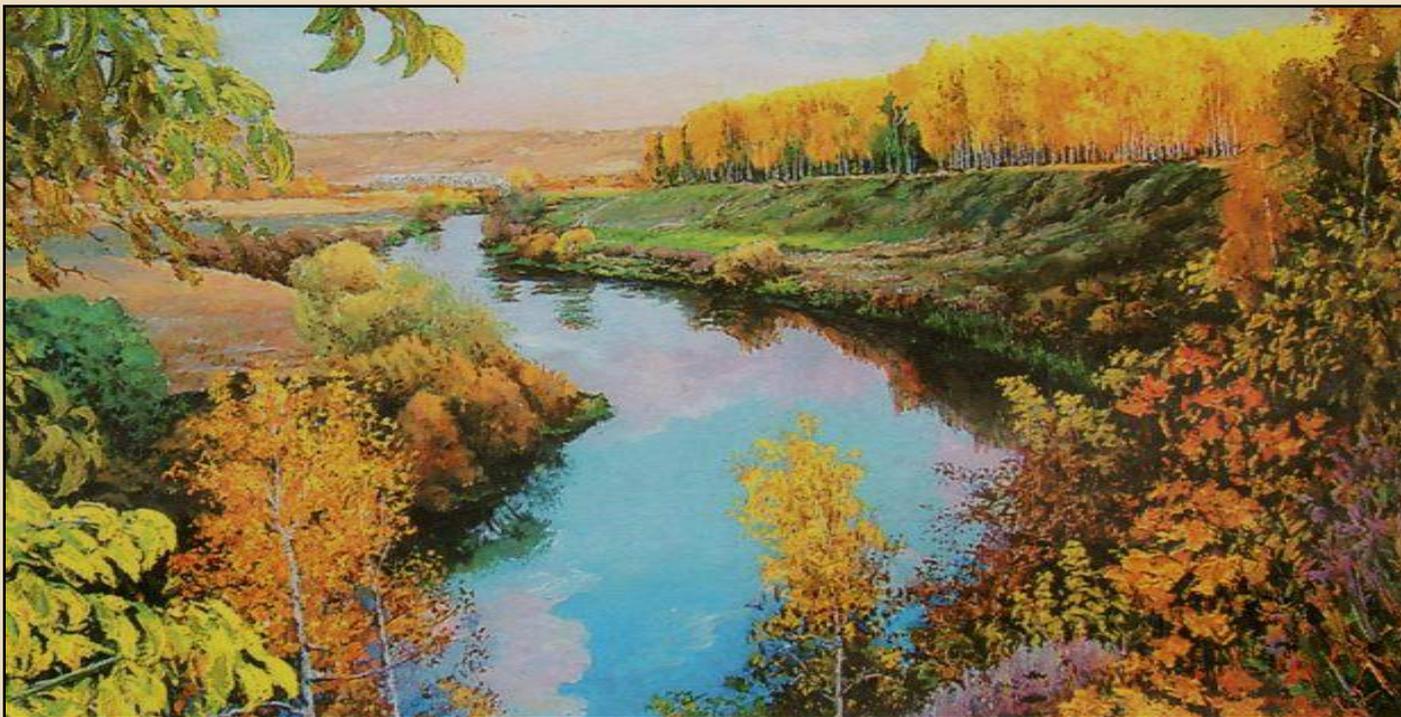
В нижегородской области насчитывается более 1500 рек.

Волга, Ока, Сура, Ветлуга – крупные реки.

Остальные – средние и малые: длиной более 50 км – 47 рек;
длиной 10 – 50 км – 278 рек; длиной менее 10 км – 1171 (ручьи).



Река Ветлуга в среднем течении: река протекает по территориям Кировской, Костромской, Нижегородской областей и Республики Марий Эл; впадает в Чебоксарское водохранилище на р. Волге; длина 889 км; площадь бассейна 39,4 тыс. км²



Река Пьяна в Нижегородской области

П.И. Мельников-Печерский, 1881 г.:

«По иным местам нашей Руси редко где такие реки найдутся, как Пьяна... Еще первыми русскими поселенцами Пьяной река за то прозвана, что шатается, мотается она во все стороны, ровно хмельная баба, и, пройдя верст пятьсот закрутасами да изворотами к своему истоку, чуть ли не возле него в Суру вливается».

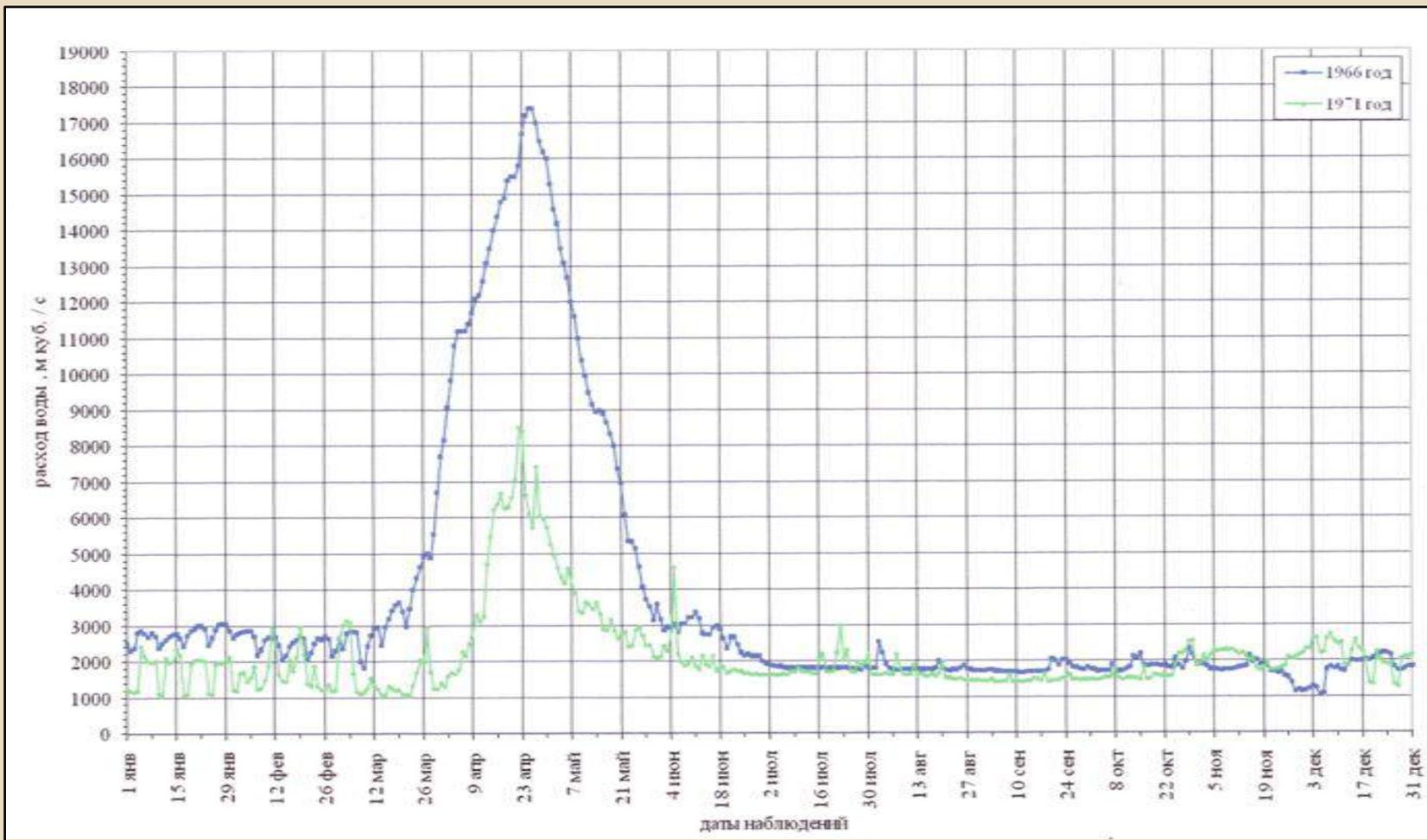
Пьяну краеведы считают самой извилистой рекой России: длина реки 400 км, а исток от устья находится всего в 30 км.

На долю воды рек приходится всего 0,0001% от общего количества воды на Земле. Вода рек – пресная, поэтому наиболее ценная. Одним из ее свойств является постоянное возобновление.

❑ Объем речного стока, формирующегося на территории России, очень значителен. Он составляет 4266 км³/год, или 234 тыс. м³/год на один квадратный километр территории, или 27,8 тыс. м³/год на одного жителя.

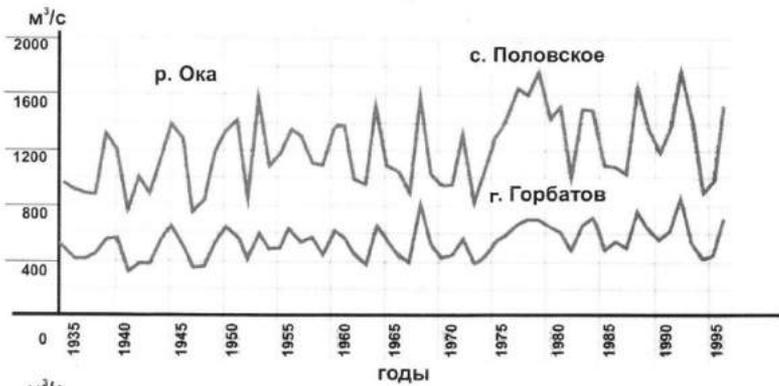
❑ Но сток рек неравномерно распределен во времени: 75 % его падает на период половодья, а на длительный меженный период приходится только 25 %.

❑ То же и по территории: на европейскую часть России приходится 20 % стока, на азиатскую – 80 %. В моря Ледовитого океана впадают реки, несущие 86 % стока, а в южном направлении – 14 %.



Гидрографы стока р. Волги у г. Нижнего Новгорода
 (внутригодовая неравномерность стока реки)

Среднегодовые расходы рек Волги, Оки и Камы (**многолетняя неравномерность стока рек**)



Вид на слияние рек Волги и Оки у г. Нижнего Новгорода. 1890 –е гг., летняя межень

Ресурсы поверхностных вод и обеспеченность экономических районов России (неравномерность распределения стока рек по территории)

Район	Площадь, тыс. км ²	Водные ресурсы, км ³ /год (среднеголетний сток)	Водообеспеченность, тыс.м ³ /год	
			на 1 км ² территории	на 1 жителя
Северный	1466,3	512	349	90,6
Северо-Западный	195,5	89,4	455	11,6
Центральный	485,1	112,6	232	3,9
Волго-Вятский	263,3	151,8	576,5	18,2
Центрально-Черноземный	167,7	21	125	2,7
Поволжский	536,4	270	503	17,3
Северо-Кавказский	355,1	89,3	195	4,3
Уральский	824	129	156,6	6,6
Западно-Сибирский	2427,2	585	241	44,7
Восточно-Сибирский	4122,8	1132	273	136
Дальневосточный	5215	1812	290	297
РФ в целом		4 270,0		30

□ Территориальная и временная неравномерность вынуждают искусственно перераспределять сток по территории страны и во времени в интересах народного хозяйства путем строительства водопроводных каналов и водохранилищ.

Территориальное перераспределение речного стока в России с объемом Забора в головной части канала более 1 км³/год

Наименование канала	Река-донор	Расстояние от устья реки до головной части канала, км	Пропускная способность канала, м ³ /с	Средний объем водозабора за 1981–1983 гг, км ³ /год
Донской магистральный	Дон	327	250	2,6
Большой Ставропольский	Кубань	775	180	2,5
Кубанский	Кубань	146	210	1,9
Терско-Кумский	Терек	385	100	2,7
Дельтовый	Терек	108	180	2,0
Кумский	Кума	220	60	1,0
Имени Москвы	Волга	2 972	125	2,3
Невиномысский	Кубань	–	–	1,9

В настоящее время перераспределяемый на территории страны объем воды оценивается более чем в 80 км³/год

Водохранилища

Водохранилище

-это искусственный водоем, образованный водоподпорным сооружением (плотиной) на водотоке с целью аккумуляции воды и регулирования стока.

К водохранилищам в России (и в Западной Европе) относят искусственные водоемы объемом более 1 млн. м³. Водоемы меньшего объема называют прудами.

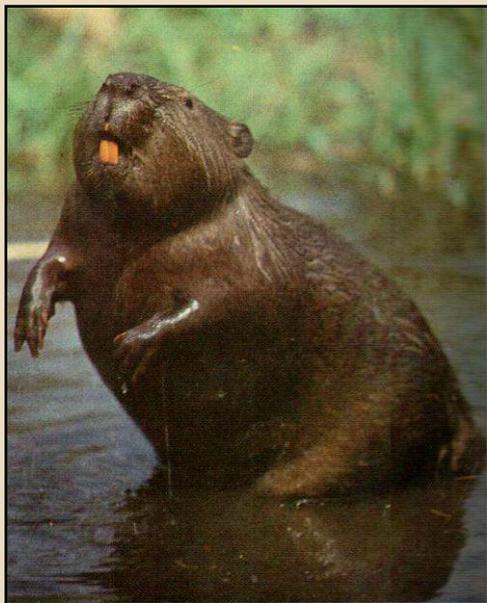
На 2005 г. в России насчитывалось 2290 водохранилищ, в мире – более 45000.

В Нижегородской области: начало XX в. – 4725 водохранилищ (прудов), 1947 г. – 4725, сегодня – 1800.

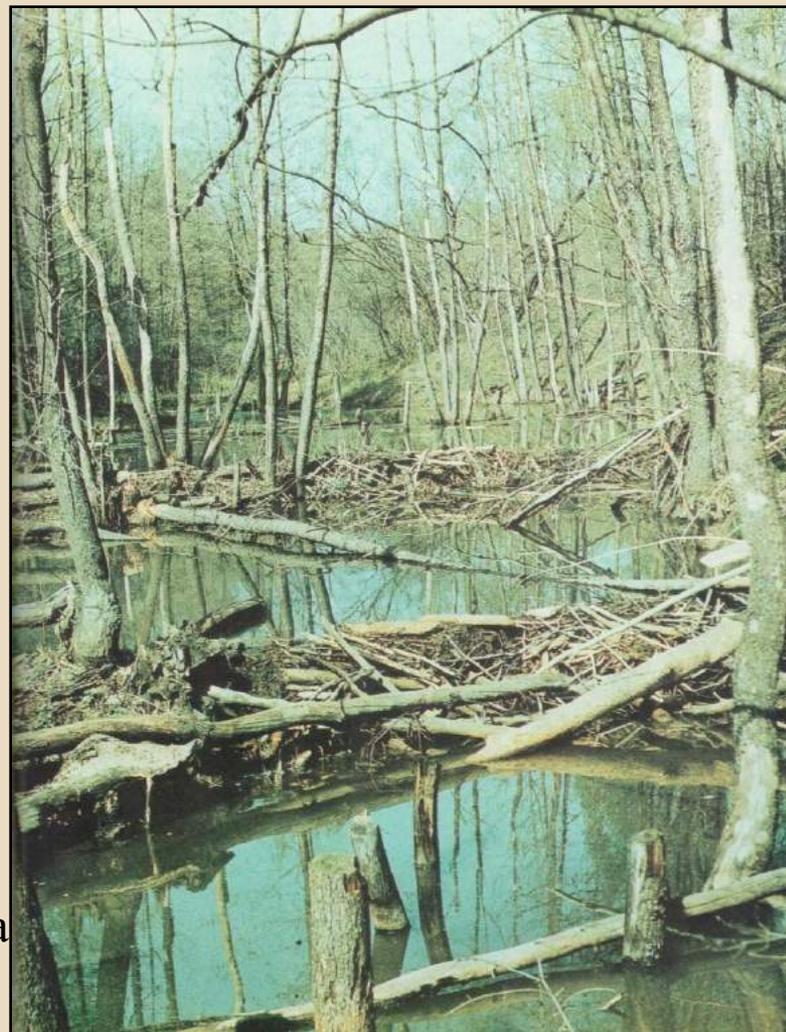
Водохранилище, расположенное по течению реки выше плотины, считается верхним бьефом, участок реки ниже плотины – нижним бьефом .

Естественные и искусственные емкости, в которых аккумулируется вода, называют чашами водохранилищ. Водохранилище имеет ложе (дно), основание и берега.

Самыми древними гидротехниками были, по-видимому, бобры. Они с необозримо отдаленных времен строят свои плотины и водохранилища.



Бобр: полуводное млекопитающее отряда грызунов, длина тела до 100 см, хвоста до 30 см, живет колониями по лесным рекам Евразии и Северной Америки



Бобровые плотины и водохранилища в Воронежском заповеднике

Типы водохранилищ

По признаку генезиса различают:

долинные водохранилища;

русловые водохранилища;

озера-водохранилища (подпертые плотинами озера);

наливные водохранилища;

водохранилища в морских заливах, отгороженных плотинами от моря.

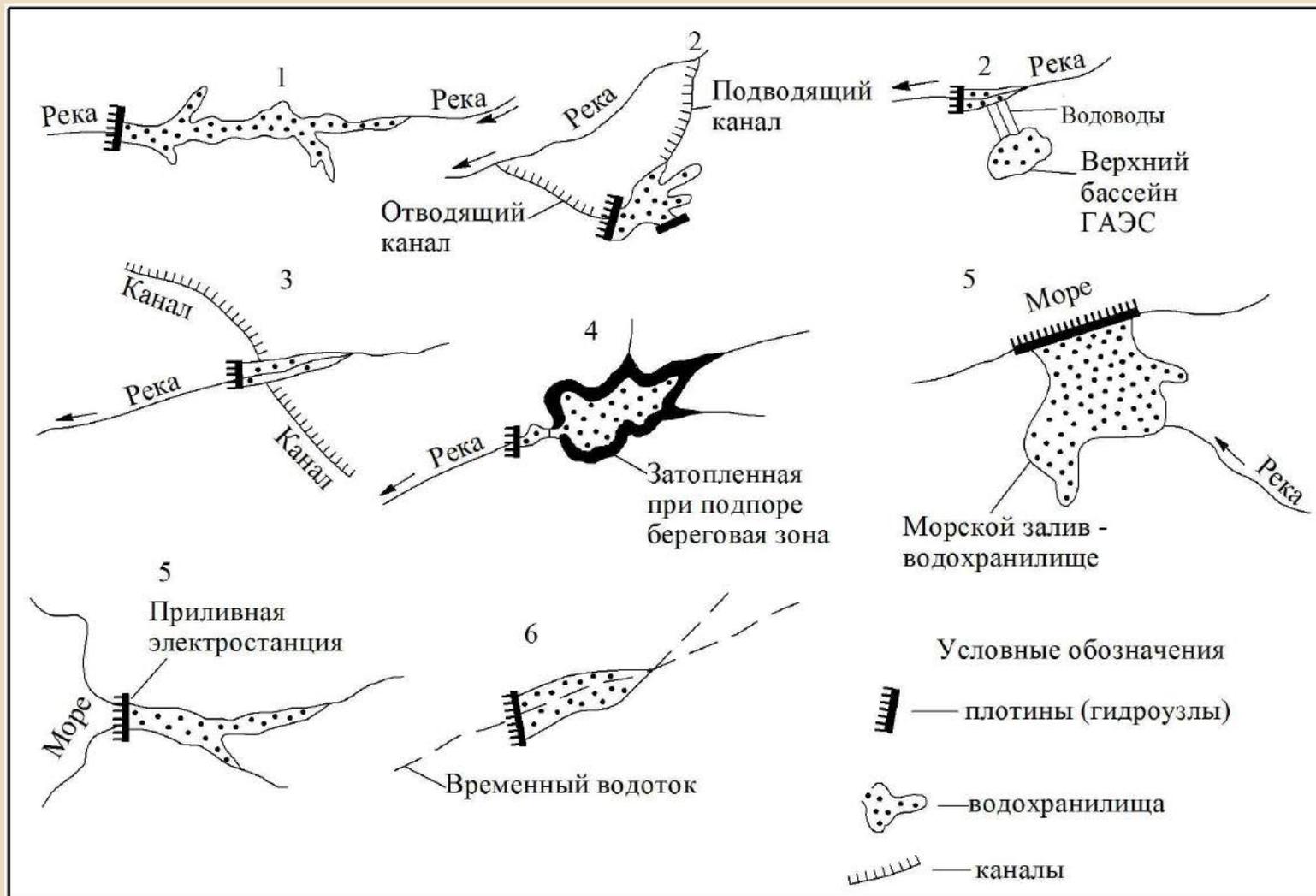
По признаку рельефа выделяют:

- водохранилища равнин (наибольшая глубина 15 – 30 м);
- водохранилища предгорных и плоскогорных областей (наибольшая глубина до 70 – 100 м);
- горные водохранилища (наибольшая глубина более 100 – 150 м).

Большинство водохранилищ России – равнинные.

По назначению различают водохранилища:

- одноцелевые (например, для питьевого водоснабжения);
- комплексного назначения;
- вспомогательные (буферные, водоперехватывающие).



Характерные типы водохранилищ по способу образования:

- 1 – речное долинное, созданное подпором реки плотиной; 2 – наливное; 3 – смешанное (долинное и наливное); 4 – озеро – водохранилище; 5 – отчлененное от моря; 6 – на временном водотоке



Вид на приплотинную часть долинного Горьковского водохранилища на р. Волге



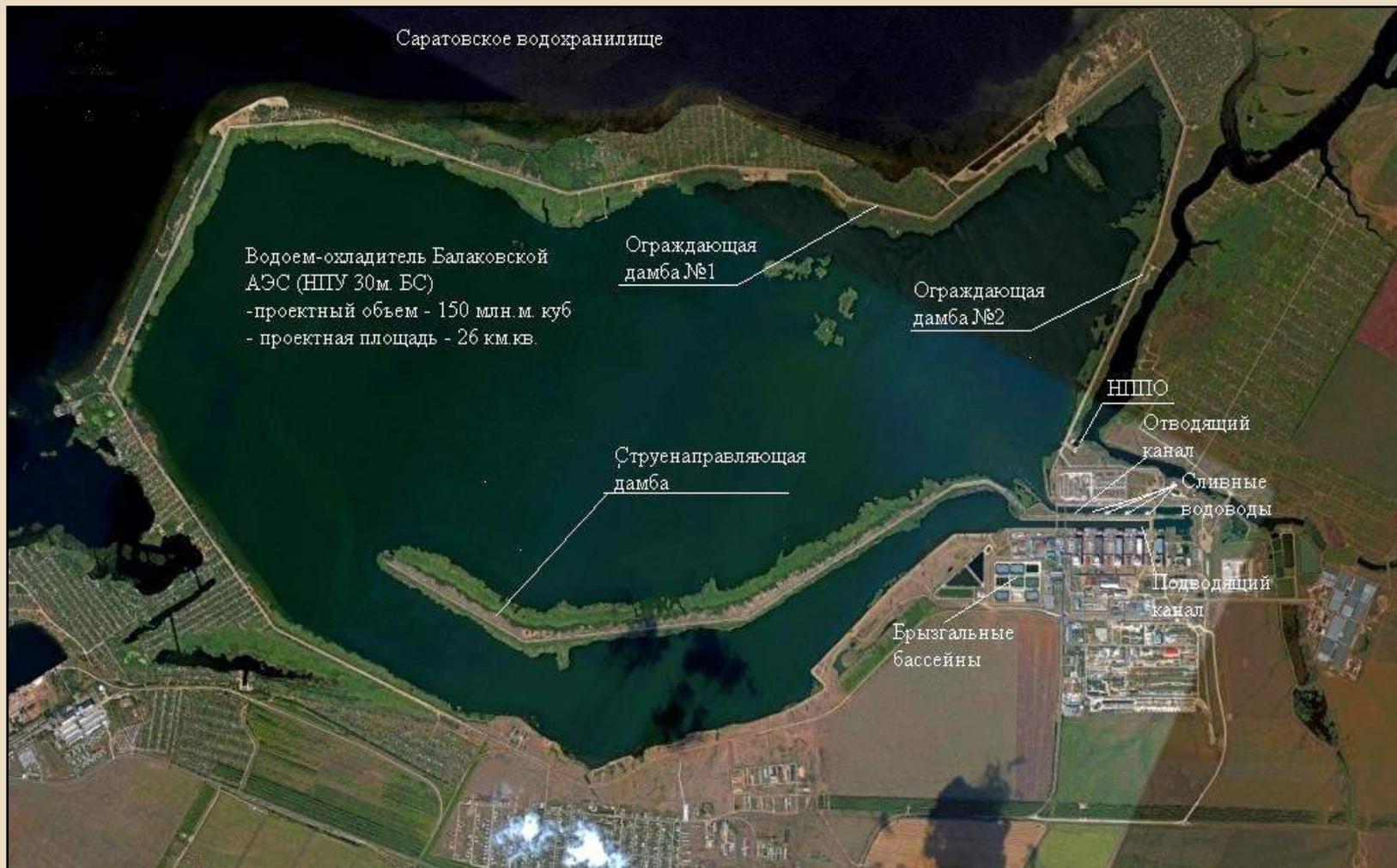
Русловое водохранилище гидроузла №5 у д. Мордовское на шлюзованной р. Тезе (приток р. Клязьмы)



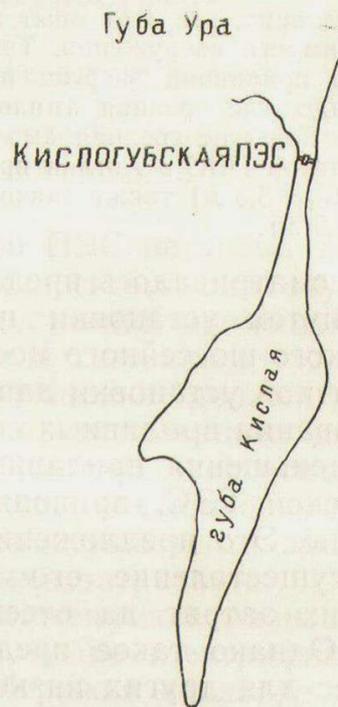
Озеро-водохранилище Байкал



Сохранившийся пруд и земляные валы деревянной крепости XIV в. в г. Белозерске Вологодской области: пруд **наливной**, бессточный, питается осадками и подземными водами



План наливного водоема – охладителя Балаковской АЭС (космический снимок):
площадь зеркала 24,1 км²4 средняя глубина 6,0 м; объем 144,0 млн м³;
задействован в оборотной системе технического водоснабжения АЭС;
подпитывается водой из р. Березовки



Водохранилище в губе Кислой Баренцева моря, образованное для работы Кислогубской ПЭС: площадь зеркала 1,1 км², глубина до 35 м; снимок со стороны горла, 1968 г.



Морфометрические показатели водохранилищ

Для плотинного водохранилища характерны следующие уровни воды:

- Нормальный подпорный уровень (НПУ) – высший проектный уровень водохранилища, поддерживаемый в нормальных эксплуатационных условиях.
- Уровень мертвого объема (УМО) – минимальный уровень водохранилища, до которого возможна его сработка.
- Форсированный подпорный уровень (ФПУ) – уровень, превышающий НПУ и допускаемый в период половодья редкой повторяемости для кратковременного увеличения аккумулирующей емкости водохранилища.
- Уровень навигационной сработки (УНС) – уровень между НПУ и УМО, которым ограничивается сработка водохранилища в период навигации.

Важными характеристиками водохранилища являются его морфометрические показатели.

- Длина - расстояние от плотины до места выклинивания подпора.
- Ширина - наибольшая и средняя. Средняя ширина определяется как частное от деления площади водной поверхности на длину водохранилища.
- Длина (протяженность) береговой линии. Измеряется по урезу воды на правом и левом берегах от плотины до места выклинивания подпора.
- Глубина – наибольшая и средняя. Средняя глубина определяется как частное от деления объема воды на площадь водной поверхности.
- Площадь водной поверхности, называемая площадью зеркала.

Перечисленные выше показатели даются при НПУ.

- Объем водохранилища : полезный (между НПУ и УМО); мертвый (ниже УМО); полный (сумма полезного и мертвого объемов); резервный (между ФПУ и НПУ).

Суммарная площадь водной поверхности водохранилищ России более 62 тыс. км², суммарный полный объем более 790 км³, полезный – более 324 км³.

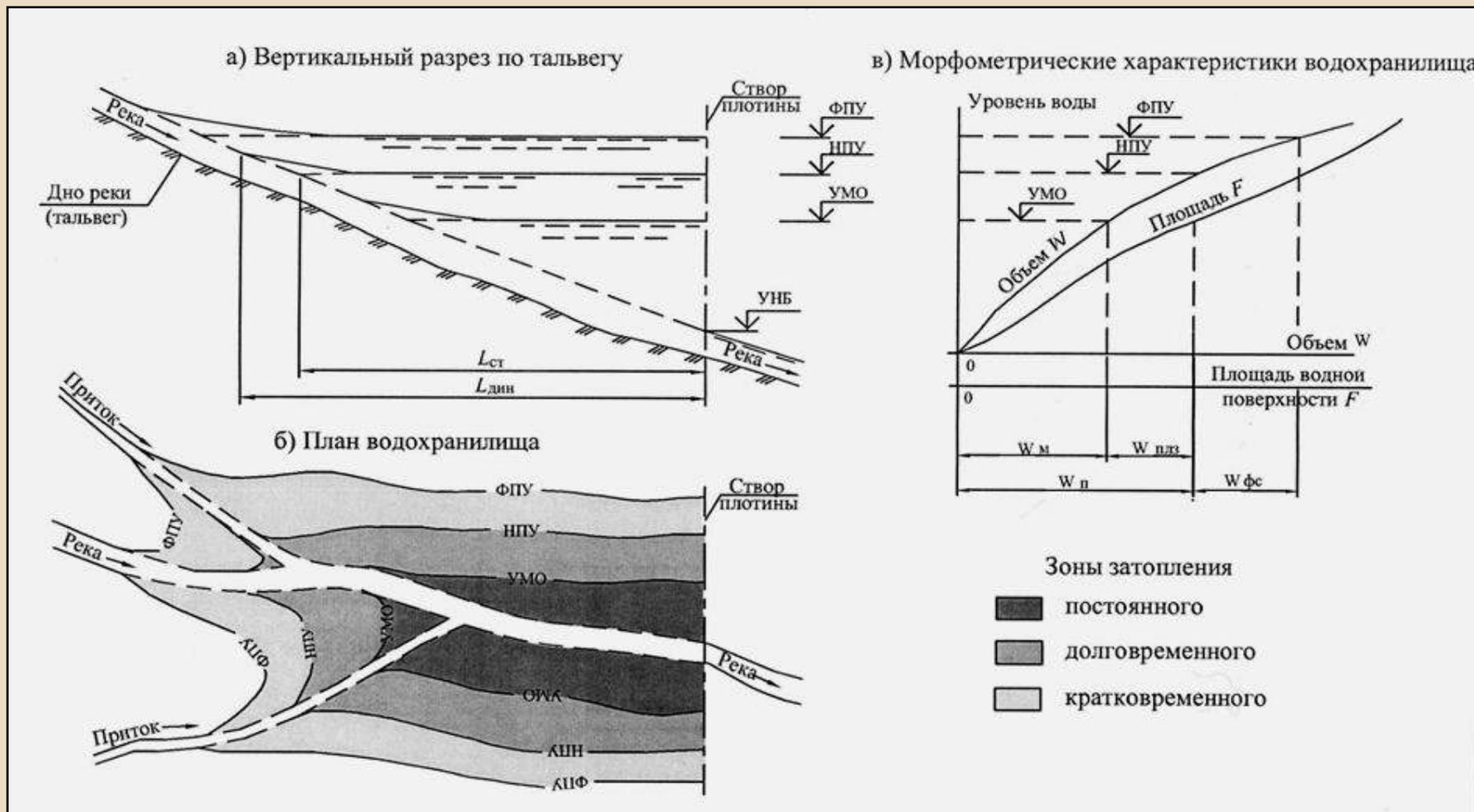
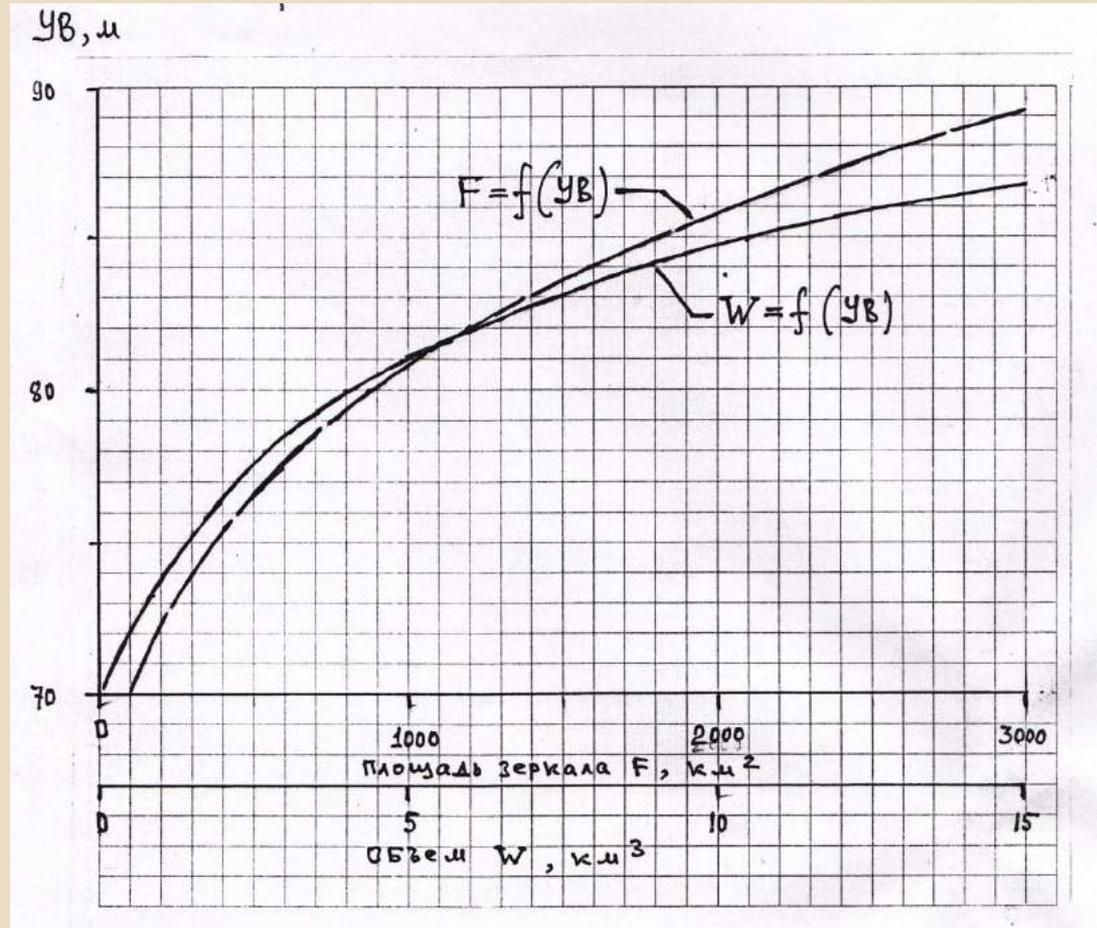


Схема и основные параметры плотинного долинного водохранилища

Пример морфометрических показателей транспортно-энергетического Горьковского водохранилища на р. Волге

Годы заполнения 1955 – 1957.
ФПУ-----84,5 м БС.
НПУ-----84,0 м БС.
УМО-----82,0 м БС.
Длина-----430 км.
Ширина наибольшая--15,0 км.
Глубина: наибольшая—21,0 м,
 средняя-----5,5 м.
Площадь зеркала-----1591 км²
Объемы: полный-----8,70 км³
 полезный-----3,90 км³
Длина береговой линии-----
 ----1927,6 км (1992 г.)



Кривые зависимостей площадей водного зеркала и объемов Горьковского водохранилища от уровней воды у плотины

Пример морфометрических показателей Матырского водохранилища на р. Матыре, обеспечивающего водоснабжение г. Липецка



Вид Матырского гидроузла и приплотинной части водохранилища. Водозабор из водохранилища расположен в удалении от гидроузла

Параметры гидроузла

Класс гидроузла-----III
Годы строительства-----1970 – 1976.
Средний годовой сток в створе гидроузла
-----467 млн м³.
Высота земляной плотины-----9 м.
Пропускная способность водосливной
плотины при ФПУ/при НПУ-----1670/1400 м³/с.
Водозабор из водохранилища----11,4 м³/с.

Показатели водохранилища

Отметки уровней воды: ФПУ----109,6 м БС,
НПУ----109,0 м БС,
УМО---105,5 м БС.

Длина-----40 км.
Максимальная ширина-----5 км.
Площадь зеркала: при НПУ-----45 км²
при УМО-----21 км²
Объем: при НПУ (полный)-----144 млн м³,
при УМО (мертвый)-----120 млн м³

По морфометрическим показателям водохранилища классифицируют следующим образом [ГОСТ 17.1.1.02 – 77]:

Классификация водохранилищ по морфометрическим признакам

Площадь водной поверхности		Полный объем		Максимальная глубина	
Категория	Значение, км ²	Категория	Значение, км ³	Категория	Значение, м
Очень большое	> 1000	Очень большое	> 10	Большое	> 50
Большое	101...1000	Большое	1,1...10,0	Среднее	11...50
Среднее	10...100	Среднее	0,5...1,0	Малое	5...10
Малое	< 10	Малое	< 0,5	Очень малое	< 5

В России наибольшими из водохранилищ являются:

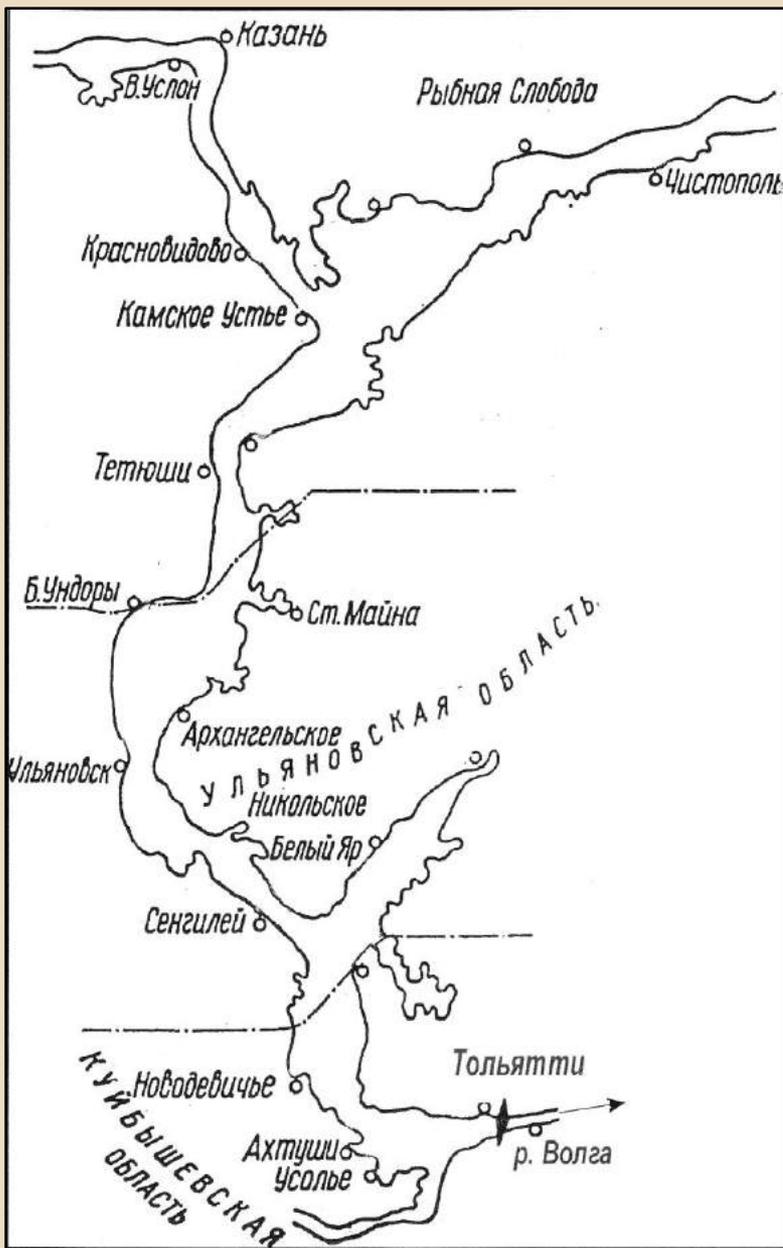
по объему – Братское на р. Ангаре (169,3 км³),

по площади – Куйбышевское на р. Волге (6450 км²),

по глубине – Чиркейское на р. Сулак в Дагестане (300 м).



Крупнейшее в России и в мире по объему долинное Братское водохранилище на р. Ангаре в России (169,3 км³)



Наибольшее в России по площади долинное Куйбышевское водохранилище (6450 км²): план и вид в районе слияния рек Камы и Волги (плавающий знак обозначает бывшее камское устье)



Самое глубокое в России Чиркейское водохранилище на р. Сулак в Дагестане (300 м)

Водное законодательство

Система водного законодательства

Водное законодательство состоит из Водного Кодекса (закон РФ), других федеральных законов и принимаемых в соответствии с ними законов субъектов Российской Федерации.

Правительство Российской Федерации издает нормативные правовые акты, регулирующие отношения по использованию и охране водных объектов (водные отношения), в пределах полномочий, определенных Водным Кодексом, другими федеральными законами.

Уполномоченные Правительством Российской Федерации федеральные органы исполнительной власти издают нормативные правовые акты, регулирующие водные отношения, в пределах, которые предусмотрены Водным Кодексом, другими федеральными законами, и постановлениями Правительства Российской Федерации. На основании Водного Кодекса органы исполнительной власти субъектов Российской Федерации в пределах своих полномочий могут издавать нормативные правовые акты, регулирующие водные отношения.

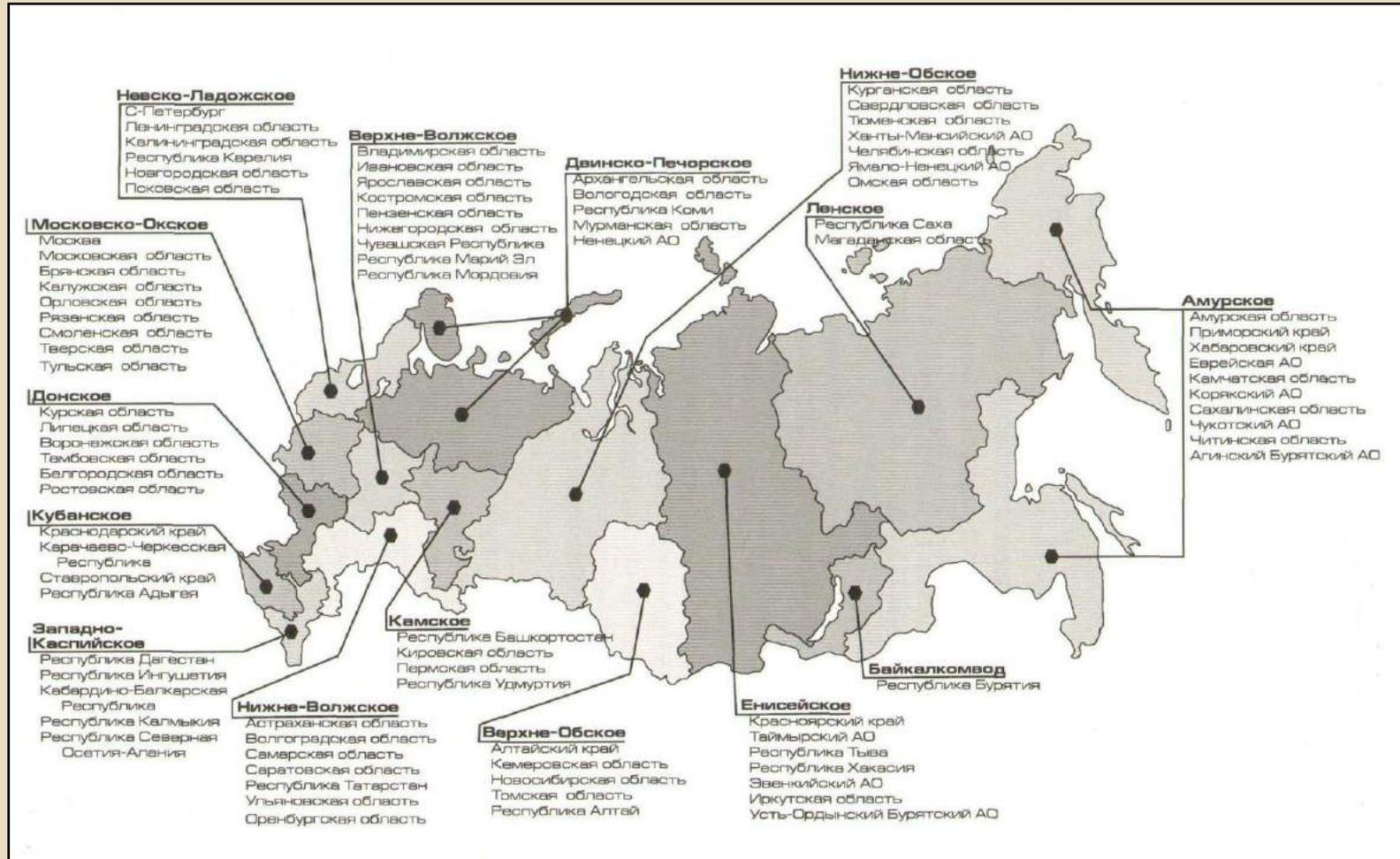
На основании Водного Кодекса органы местного самоуправления в пределах своих полномочий могут издавать нормативные правовые акты, регулирующие водные отношения.

Основные понятия, используемые в Водном Кодексе

- ❖ **Водные ресурсы** – поверхностные и подземные воды, которые находятся в водных объектах.
- ❖ **Водный объект** – природный или искусственный водоем, водоток либо иной объект, сосредоточение вод в котором имеет признаки водного режима.
- ❖ **Водный режим** – изменение во времени уровней, расхода и объема воды в водном объекте.
- ❖ **Водный фонд** – совокупность водных объектов в пределах территории Российской Федерации.
- ❖ **Водоотведение** – любой сброс вод, в том числе сточных вод, в водные объекты.
- ❖ **Водоснабжение** – подача поверхностных или подземных вод водопотребителям в требуемом количестве и в соответствии с целевыми показателями качества.
- ❖ **Негативное воздействие вод** – затопление, подтопление, разрушение берегов водных объектов, заболачивание и другое негативное воздействие на территории и объекты.
- ❖ **Охрана водных объектов** – система мероприятий, направленных на сохранение и восстановление водных объектов.
- ❖ **Речной бассейн** – территория, поверхностный сток вод с которой через связанные водоемы и водотоки осуществляется в море или озеро.
- ❖ **Сточные воды** – воды, сброс которых в водные объекты осуществляется после их использования или с загрязненной территории.

Бассейновые округа

Бассейновые округа являются основной единицей управления в области использования и охраны водных объектов и состоят из речных бассейнов и связанных с ними подземных водных объектов и морей.



Бассейновые водные управления Федерального агентства водных ресурсов

[Федеральное агентство водных ресурсов. – М.: Министерство природных ресурсов РФ, 2006. – 24 с.]

Водоохранные зоны и прибрежные защитные полосы

Водоохранными зонами являются территории, которые примыкают к береговой линии морей, рек, ручьев, каналов, озер, водохранилищ и на которых устанавливается специальный режим хозяйственной и иной деятельности в целях предотвращения загрязнения, засорения, заиления водных объектов и истощения их вод, а также сохранения среды обитания водных биологических ресурсов и других объектов животного и растительного мира.

Ширина водоохранной зоны рек, ручьев, каналов, озер, водохранилищ и ширина их прибрежной защитной полосы устанавливаются от береговой линии, а ширина водоохранной зоны морей и ширина их прибрежной защитной полосы – от линии максимального прилива.

Ширина водоохранной зоны рек или ручьев устанавливается при их протяженности:

- до десяти километров – в размере пятидесяти метров;
- от десяти до пятидесяти километров – в размере ста метров;
- от пятидесяти километров и более – в размере двухсот метров.

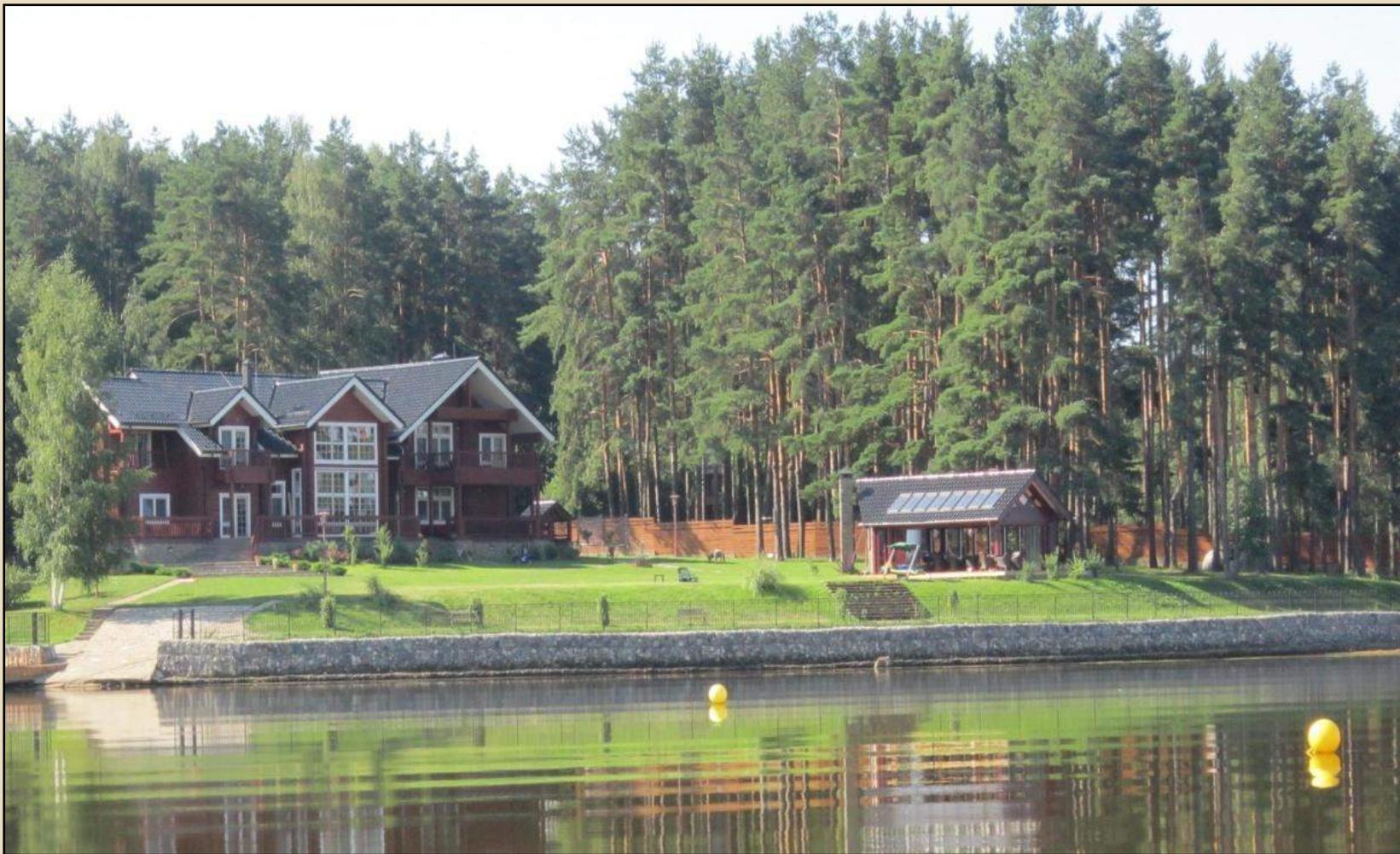
Ширина водоохранной зоны озера, водохранилища устанавливается 50 м. Ширина водоохранной зоны водохранилища, расположенного на водотоке, равна ширине водоохранной зоны этого водотока.

Ширина водоохранной зоны моря составляет 500 м.

В границах водоохранных зон запрещаются:

- 1) использование сточных вод для удобрения почв;
- 2) размещение кладбищ, скотомогильников, мест захоронения отходов производства и потребления, радиоактивных, химических, взрывчатых, токсичных, отравляющих и ядовитых веществ;
- 3) осуществление авиационных мер по борьбе с вредителями и болезнями растений;
- 4) движение и стоянка транспортных средств (кроме специальных), за исключением их движения по дорогам и стоянки на дорогах и в специально оборудованных местах, имеющих твердое покрытие.

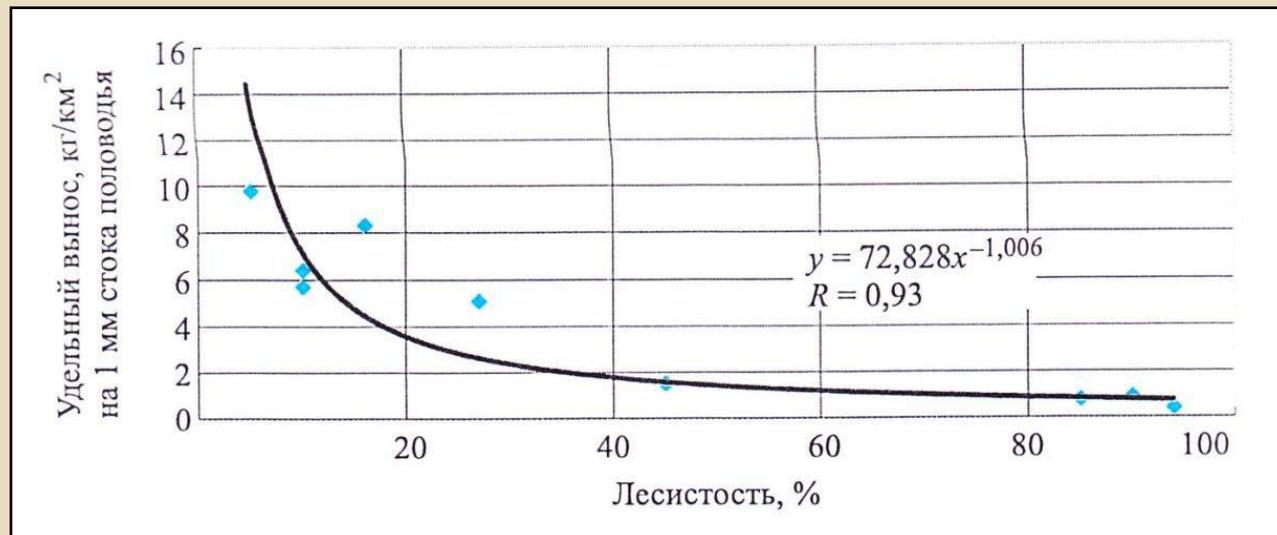
В границах водоохранных зон допускаются строительство и эксплуатация хозяйственных и иных объектов при условии оборудования их сооружениями, обеспечивающими охрану водных объектов от загрязнения, засорения и истощения вод.



Частное домовладение в водоохранной зоне Угличского водохранилища, оборудованное сооружениями, обеспечивающими охрану водного объекта от загрязнения и засорения

Согласно Водному Кодексу 2006 г. ширина водоохраных зон волжских водохранилищ равна 200 м. Это меньше, чем прежние 500 м, что не содействует выполнению принципа приоритета охраны водных объектов перед их использованием.

Желательно, чтобы водоохраные зоны водных объектов были заняты древесно-кустарниковой растительностью, способствующей очищению стоков с прилегающих территорий.



Зависимость выноса нитратов стоком половодья от лесистости водосбора
р. Камы по данным ФГУП РосНИИВХ

Прибрежные защитные полосы устанавливаются в границах водоохранных зон.

Ширина прибрежной защитной полосы составляет **тридцать** метров для обратного или нулевого уклона берега, **сорок** метров для уклона до трех градусов и **пятьдесят** метров для уклона три и более градуса.

Ширина прибрежной защитной полосы озера, водохранилища, имеющих особое ценное рыбохозяйственное значение (места нереста, нагула, зимовки рыб) устанавливается в размере **двухсот** метров.

На территориях населенных пунктов при наличии ливневой канализации и набережных границы прибрежных защитных полос совпадают с парапетами набережных. Ширина водоохранной зоны на таких территориях устанавливается от парапета набережной.

В границах прибрежных защитных полос запрещаются:

- 1) распашка земель;
- 2) размещение отвалов размываемых грунтов;
- 3) выпас сельскохозяйственных животных.

Установление на местности границ водоохранных зон и границ прибрежных защитных полос водных объектов осуществляется посредством специальных информационных знаков в порядке, определенном Правительством Российской Федерации [Правила установления на местности границ водоохранных зон и границ прибрежных защитных полос, 2009].

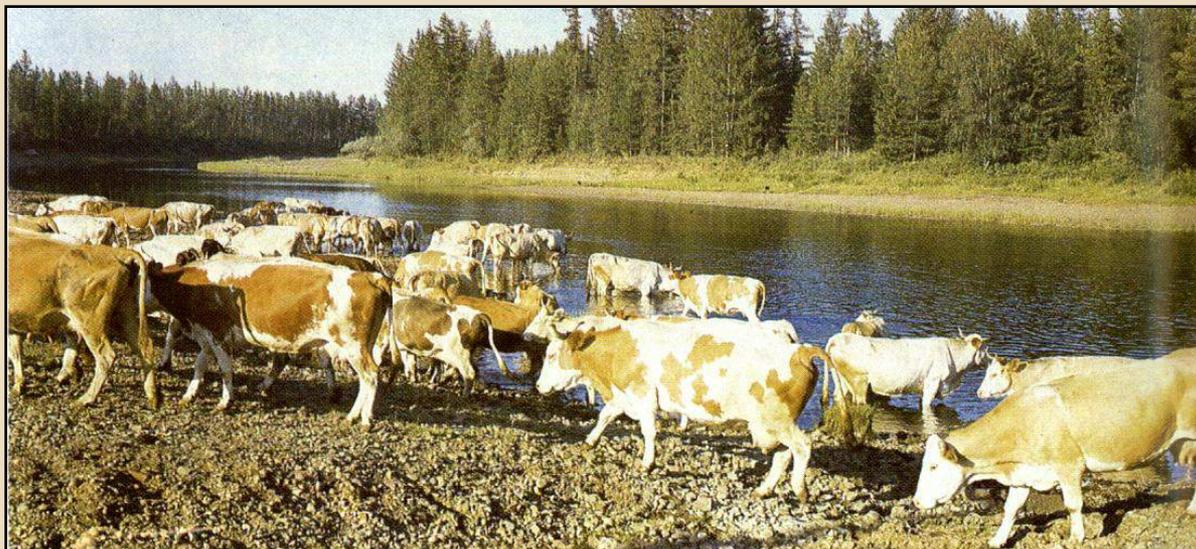


Вид водоохранного знака, утвержденный приказом Минприроды России №249 от 13.08.2009 г.

Нарушения водного законодательства



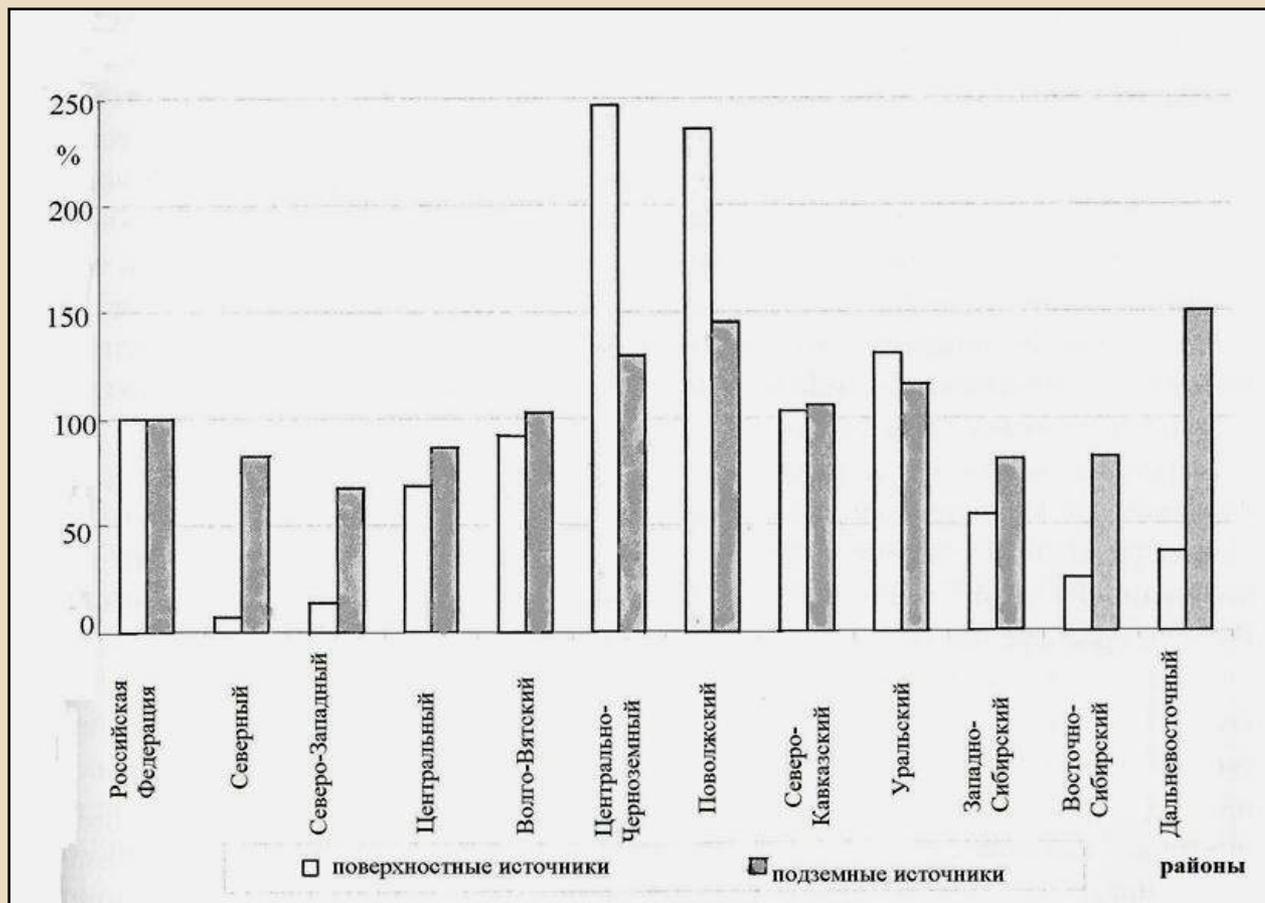
Бурт песка, разгруженного на необорудованный правый берег Угличского водохранилища вблизи Угличского гидроузла. 2016 г.



Водопой крупного рогатого скота в Мирнинском районе Якутии

Водный налог

Водным кодексом установлена плата за пользование водными объектами – **водный налог**.



Территориальная дифференциация цены водных ресурсов поверхностных и подземных источников [Григорьев Е.Г. Водные ресурсы России: проблемы и методы государственного регулирования. – М.: Научный мир, 2007. – 240 с.]

Водное хозяйство

В народном хозяйстве России имеются:

ВОДОПОТРЕБИТЕЛИ



79,985 км³ (2007г.)

- Промышленность
- Сельское хозяйство
- Коммунальное хозяйство

ВОДОПОЛЬЗОВАТЕЛИ



- Гидроэнергетика
- Водный транспорт
- Рыбоводство

Водный кодекс объединяет эти понятия в одно: водопользователи.

Использование воды характеризуется значительной внутригодовой неравномерностью.

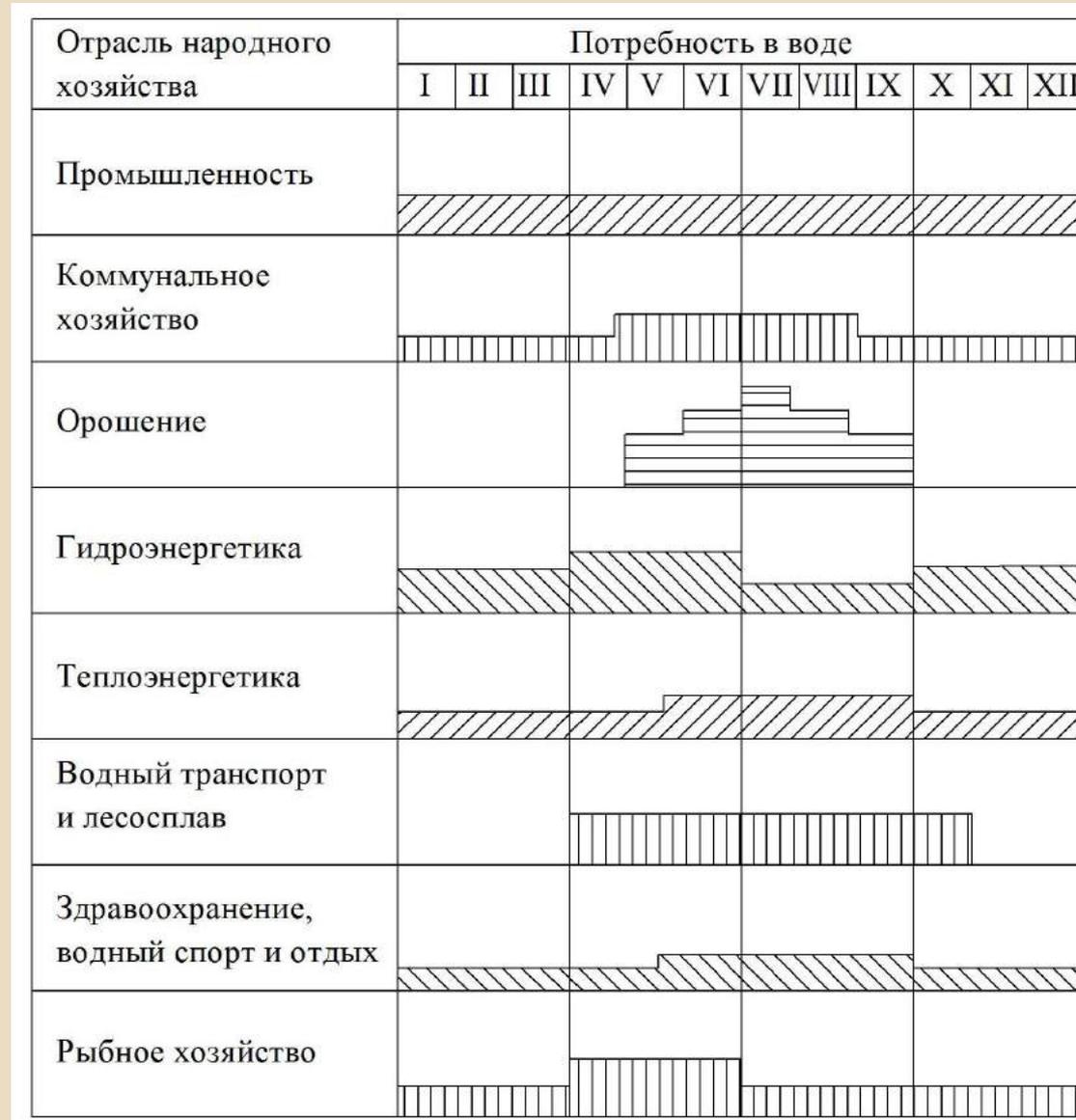


Схема водопользования для различных отраслей народного хозяйства

В России, как и в других странах, ведется многоотраслевое водное хозяйство. Водное хозяйство – это отрасль народного хозяйства, занимающаяся изучением, учетом, планированием использования водных ресурсов, охраной поверхностных и подземных вод от загрязнения и истощения, транспортировкой их к местам потребления.

Основная задача водного хозяйства – обеспечение населения и экономики водой в необходимом количестве и требуемого качества.

Отрасли водного хозяйства

• гидроэнергетика

• водный транспорт

• водные мелиорации

• водоснабжение и канализация

• использование водных недр

• рекреация

• борьба с вредным воздействием вод

Фонд водного хозяйства России включает 2290 водохранилищ общим объемом 819 км³, 27 каналов различного назначения общей протяженностью 3 тыс. км с годовым забором воды 16,6 км³

При ведении многоотраслевого водного хозяйства большое значение приобретают **водохозяйственные комплексы (ВХК)** – совокупность социально-экономических и технических мероприятий по использованию водных ресурсов в интересах участников этих комплексов.

Структура водохозяйственного комплекса в бассейне р. Дона (2006 г.)

Водные ресурсы р. Дона в замыкающем створе _____	27,7 км ³ /год
Водопотребление ВХК _____	3885,9 млн. м ³ /год
производственные нужды _____	51,8%
хозяйственно-питьевые нужды _____	20,0%
орошение _____	20,6%
сельскохозяйственное водоснабжение _____	1,9%
прудовое рыбное хозяйство _____	5,0%
прочие _____	0,7%

Водохранилища играют ведущую роль в водохозяйственных комплексах.

Водопотребление и водопользование

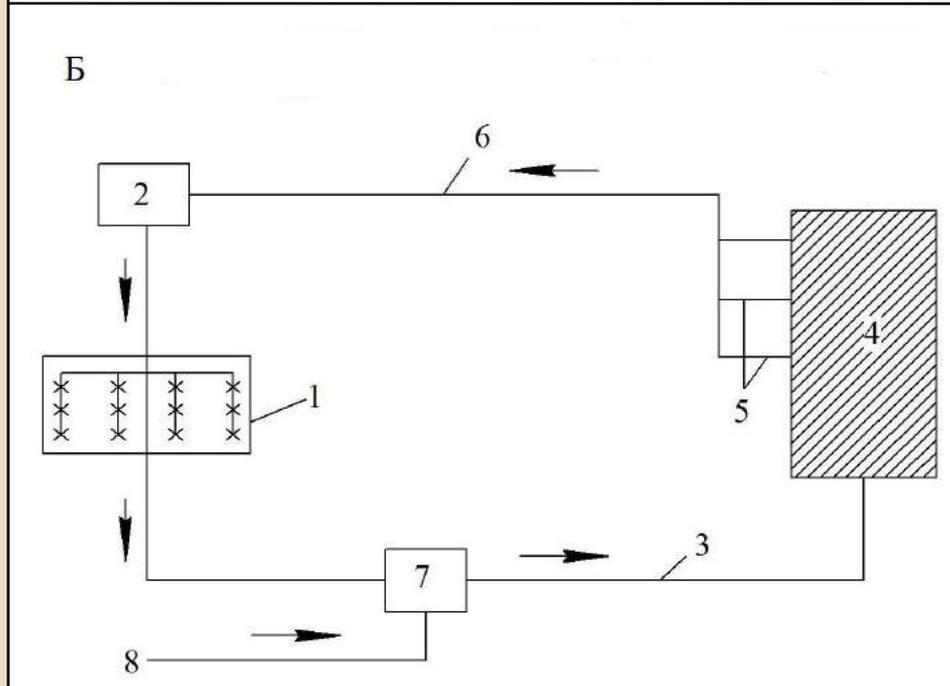
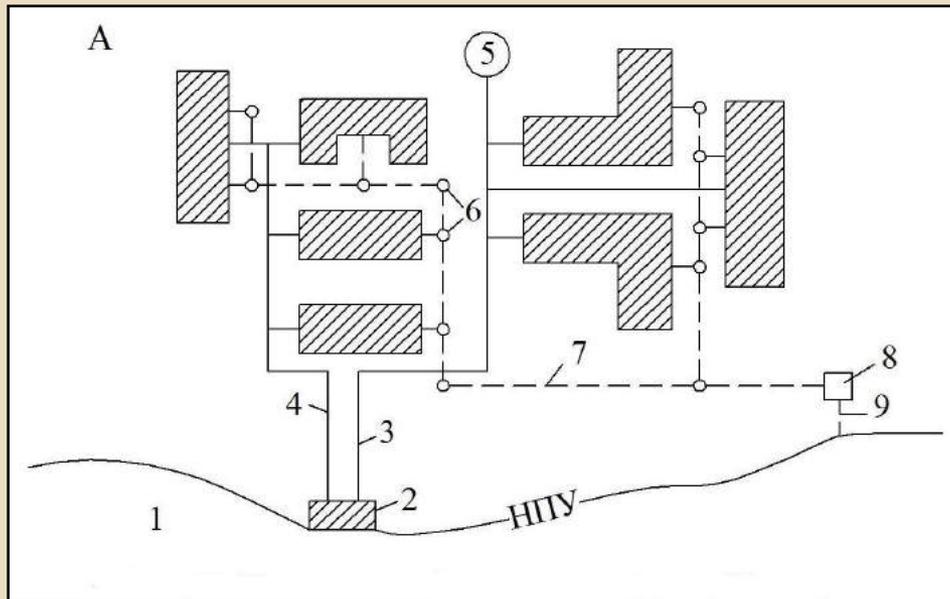
Водоснабжение промышленности, сельского хозяйства и населения

В экономике России (2007 г.) используется 232,2 км³ воды в год, из них: 79,9 км³ забирается из природных (в основном из поверхностных) источников; 144,3 км³ покрывается за счет систем оборотного водоснабжения; 7,8 км³ теряется при транспортировке.

Промышленность для производственных нужд потребляет 38015 млн. м³ в год свежей воды (2007 г.)

Удельное водопотребление на 1 т промышленной продукции. Справочные данные

Продукция	Расход воды, м ³ /т	Продукция	Расход воды, м ³ /т
Чугун	160–200	Нефть (переработка)	30–40
Сталь	150	Синтетическое волокно	2500–5000
Медь	500	Азотные удобрения	600
Никель	4000	Бумага	400–800



Схемы систем промышленного водоснабжения

А – Система прямооточного водоснабжения:

1 – водохранилище, 2 – насосная станция,

3 - водопровод высокого напора,

4 – водопровод низкого напора,

5– водонапорная башня,

6 – канализационные колодцы,

7 – канализационные коллекторы,

8 – очистные сооружения,

9 – сброс очищенных сточных вод.

Б – Система обратного водоснабжения:

1 – станция очистки отработанной воды,

2,7 – насосные станции, 3 – подводящий

водопровод, 4 – промышленное

предприятие, 5 – выпуски отработанной

воды, 6 – обратный водопровод,

8 – трубопровод подпитки

Иреляхский гидроузел и водохранилище на р. Ирелях в Якутии

Назначение – водоснабжение ГОК на базе алмазной трубки «Мир» и г. Мирного. Построено в 1964 г., площадь зеркала 3,52 км², наибольшая глубина 16 м, полный объем 15,0 млн. м³.



Действующий алмазный карьер трубки «Удачная»

ГОК и г. Удачный снабжаются водой из Сытыканского водохранилища на р. Сытыкан: построено в 1975 г., площадь зеркала 6,18 км², полный объем 34,1 млн. м³.



Сельское хозяйство потребляет 8369 млн. м³ в год свежей воды (2007 г.)

Объемы воды, необходимые для производства сельскохозяйственной продукции

Продукция	Необходимый объем воды, м ³ /т	Продукция	Необходимый объем воды, м ³ /т
Говядина	13 500	Рис	1 400
Свинина	4 600	Пшеница	1 160
Птица	4 100	Молоко	790



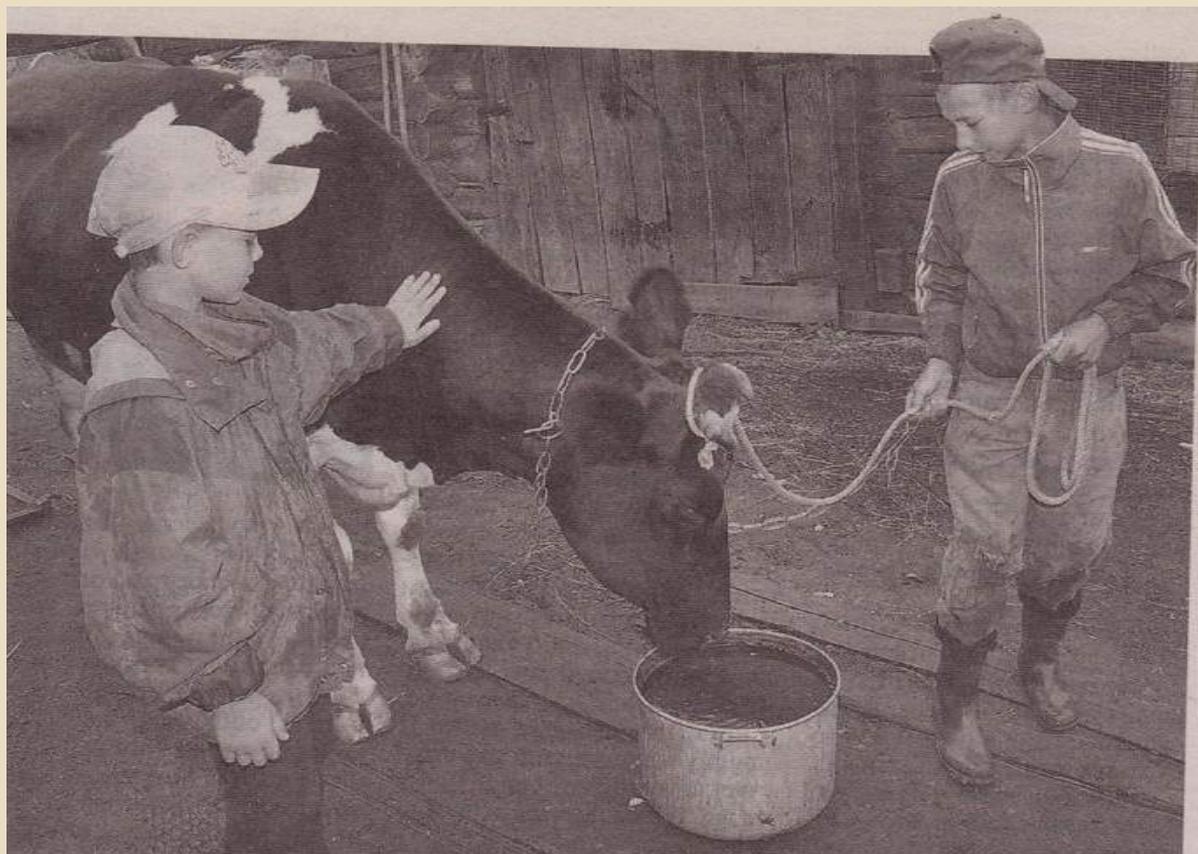
Вода расходуется, в основном, на **орошение земель**. Площадь орошаемых земель в стране 4,3 млн. га (2008 г.)

Распределение орошаемых площадей в России

Около 600 млн. м³ воды в год (2007 г.) расходуется в стране на **сельскохозяйственное водоснабжение** для потребностей животноводства: скотоводства, овцеводства, а также свиноводства, коневодства, верблюдоводства, оленеводства, кролиководства, птицеводства, пчеловодства, рыбоводства.

Поголовье скота в России
(по данным Счетной палаты)

Скот	Количество, млн. голов	
	1991 г.	2010 г.
Крупный рогатый	57,0	21,6
Свиньи	38,3	11,0
Козы и овцы	58,2	17,3



Наша страна заработала на экспорте продуктов больше, чем на оружии

Слабый рубль и высокие урожаи помогли России заработать на сельском хозяйстве больше, чем на танках и самолетах. К такому выводу пришло зарубежное аналитическое агентство Bloomberg. В 2015 году экспорт продовольствия принес России рекордные \$20 млрд. В то время как продажа военного снаряжения за рубеж, по данным «Рособоронэкспорта», - только \$15,4 млрд.

Более того, заниматься сельским хозяйством стало выгоднее, чем нефтяным бизнесом. Bloomberg сравнил эффективность агропромышленной корпорации «РусАгро» и частного нефтяного гиганта «ЛУКОЙЛ». Чистая прибыль последнего в 2015 году оказалась на 28% меньше.



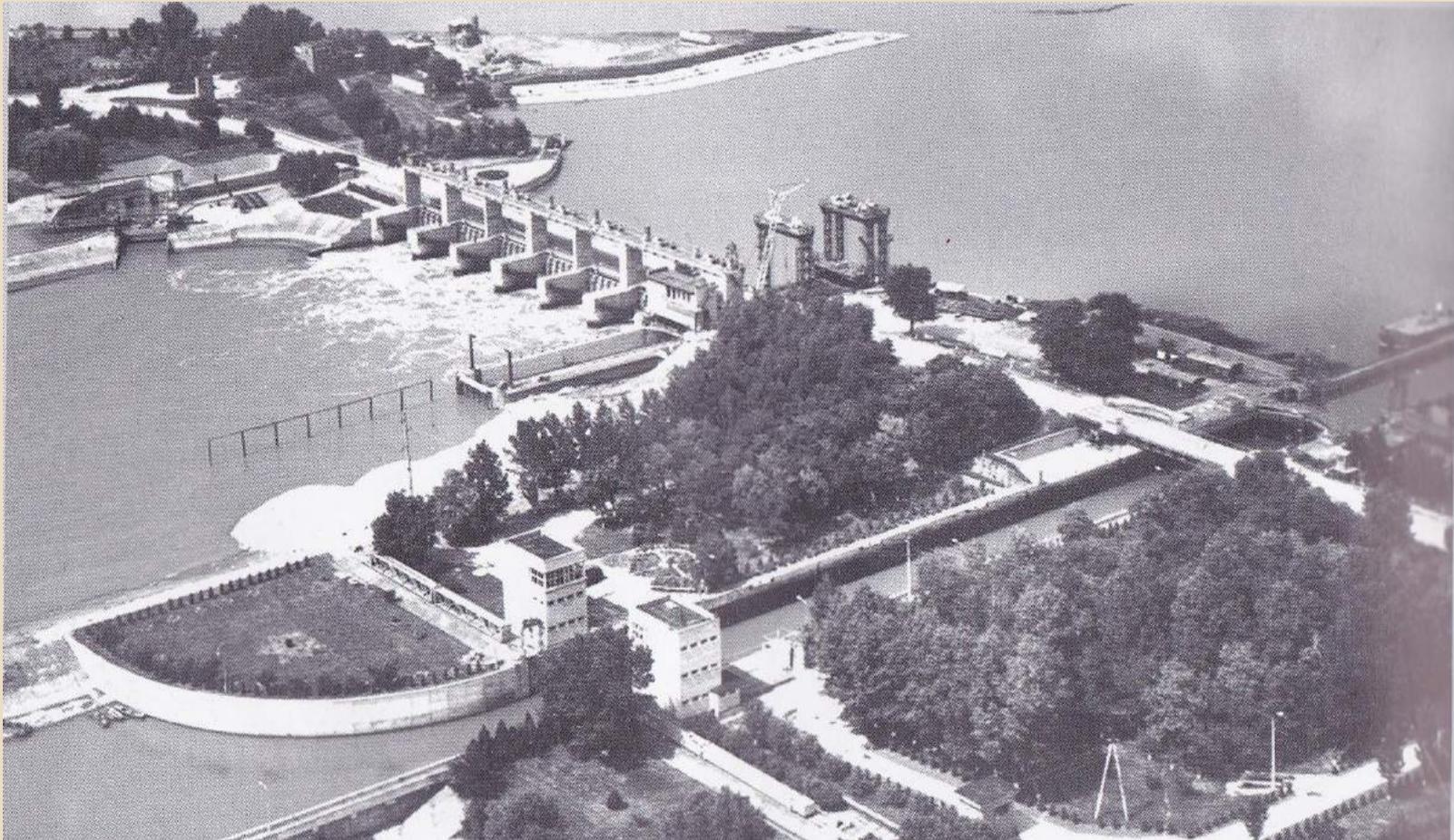


Панорама гидроузла:
налево – водосброс в р. Кубань
пропускной способностью 1440 м³/с.
направо – **боковой самотечный
плотинный водозабор** для подачи
расхода до 18 м³/с в Большой
Ставропольский канал. Гидроузел
построен в 1967г.



Вид водозабора со стороны
канала. 1970 –е гг.

Усть-Джегутинский вододелительный гидроузел с подпертым бьефом
(водохранилищем) на р. Кубани (в верхнем течении)



Общий вид низконапорного Федоровского гидроузла на р. Кубани: расположен в 153 км от устья; введен в 1967 г.; подпор 6 м; назначение – водообеспечение из подпертого бьефа оросительных систем; имеет судоходный шлюз, лестничный рыбоход и гидравлический рыбоподъемник

Хозяйственно-питьевое водоснабжение населения расходует 11627 млн. м³ в год свежей воды (2007 г.)

Удельное среднесуточное водопотребление на хозяйственно-питьевые нужды населения. Нормы по [СНиП 2.04.02 – 84*]

Степень благоустройства районов жилой постройки	Удельное хозяйственно-питьевое водопотребление в населенных пунктах на одного жителя среднесуточное (за год), л/сут.
Застройка зданиями, оборудованными внутренними водопроводом и канализацией:	
без ванн	125–160
с ванными и местными водонагревателями	160–230
с централизованным горячим водоснабжением	230–350
Застройка зданиями с водопользованием из водоразборных колонок	30–50

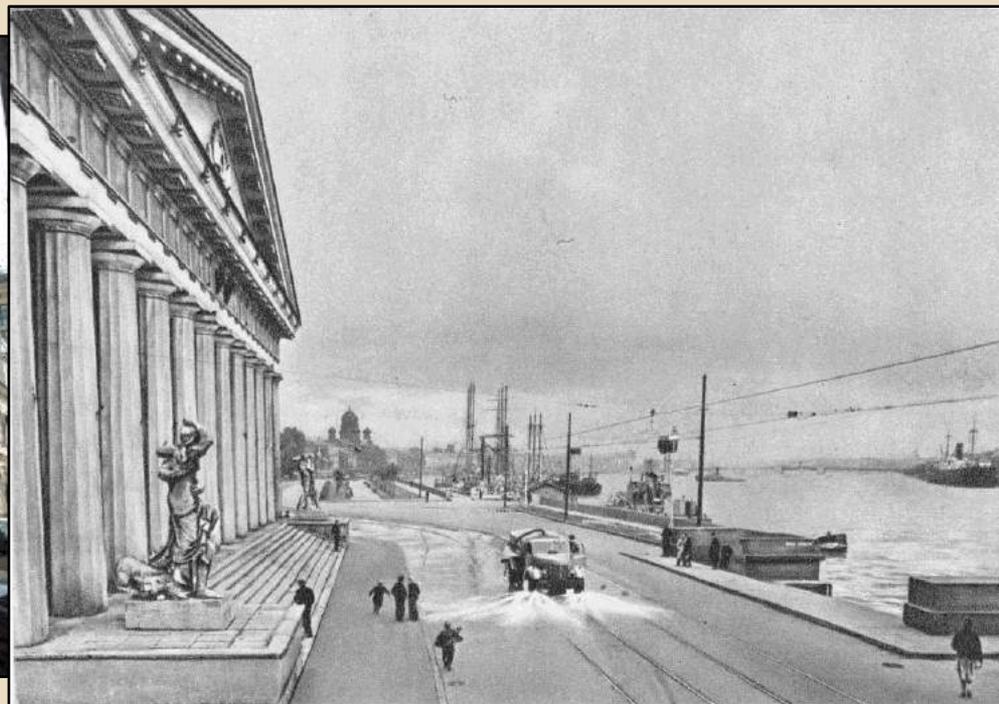
Потребление воды на хозяйственно-питьевые нужды в Европе и России

Страна	Потребление воды на 1 чел. в сутки, л	Страна	Потребление воды на 1 чел. в сутки, л
Бельгия	108	Норвегия	175
Испания	126	Дания	190
Великобритания	136	Швеция	194
Германия	146	Италия	220
Финляндия	151	Россия	400
Франция	159	(крупные города)	

Водопотребление российских городов 400 л в сутки на 1 человека. Из них:
на личные потребности людей _____ 200 л;
для работы коммунальных предприятий _____ 100 л;
для поддержания чистоты в городе _____ 100 л.



Коммунальные «Сандуновские» бани в г. Москве, действующие с 1808 г., а в современном виде – с 1896 г.



Полив набережной р. Невы у Горного института в г. Ленинграде. 1960 г.

Многие города водоснабжаются из водохранилищ: Нью-Йорк, Лондон, Париж, Рим, Токио, Москва, Екатеринбург, Челябинск, Владивосток и др.



Водоохранилища системы водоснабжения г. Москвы:

1 – канал имени Москвы;
 2 – канал Яуза-Руза;
 водохранилища:
 3 – Можайское,
 4 – Верхнерузское, 5 – Рузское,
 6 – Озернинское, 7 – Истринское,
 8 – Икшинское, 9 – Пестовское
 и Пяловское, 10 – Учинское,
 11 – Клязьминское,
 12 – Химкинское,
 13 – Рублевское, 14 – Яузское,
 15 – Вазуское, 16 – оз. Селигер,
 17 – проектный контур
 Ржевского водохранилища;
 СВС, ВВС, РВС, ЗВС –
 соответственно Северная,
 Восточная, Рублевская, Западная
 водопроводные станции

Канал имени Москвы с машинной подачей воды из р. Волги в р. Москву
 Построен в 1932 – 1937 гг. Протяженность 128 км, из них 108,6 км
 в искусственном русле. Пропускная способность 134 м³/с. Вода из р. Волги
 подается 6 –ю насосными станциями.

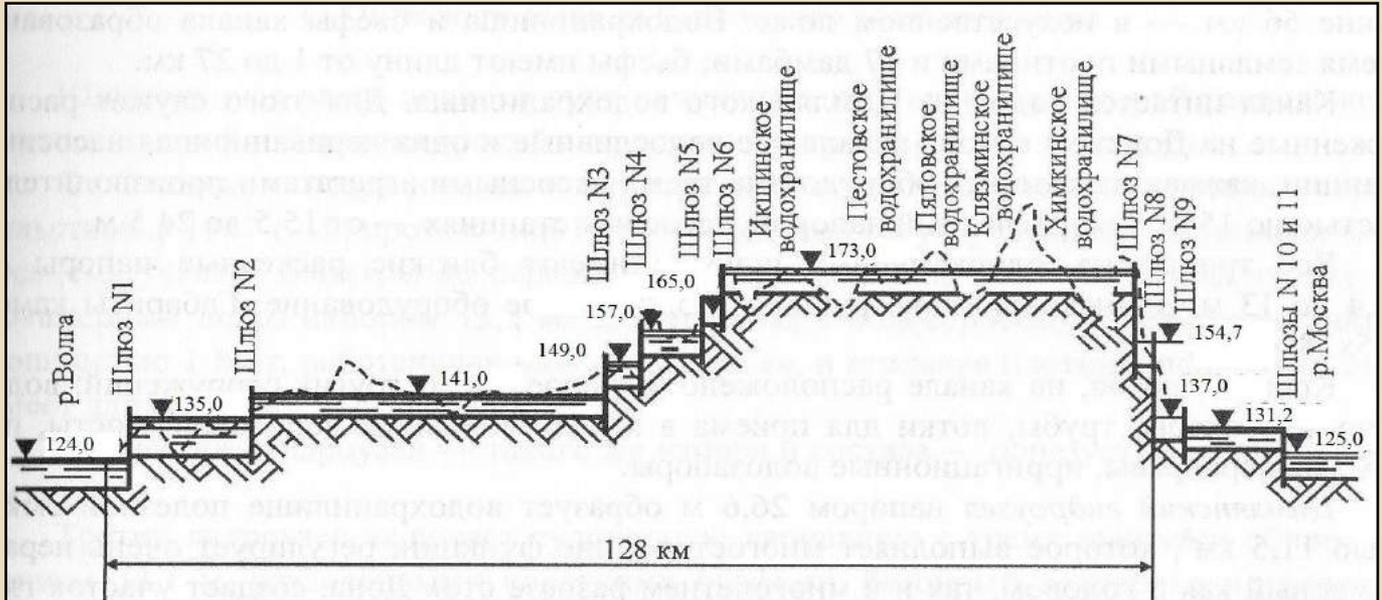


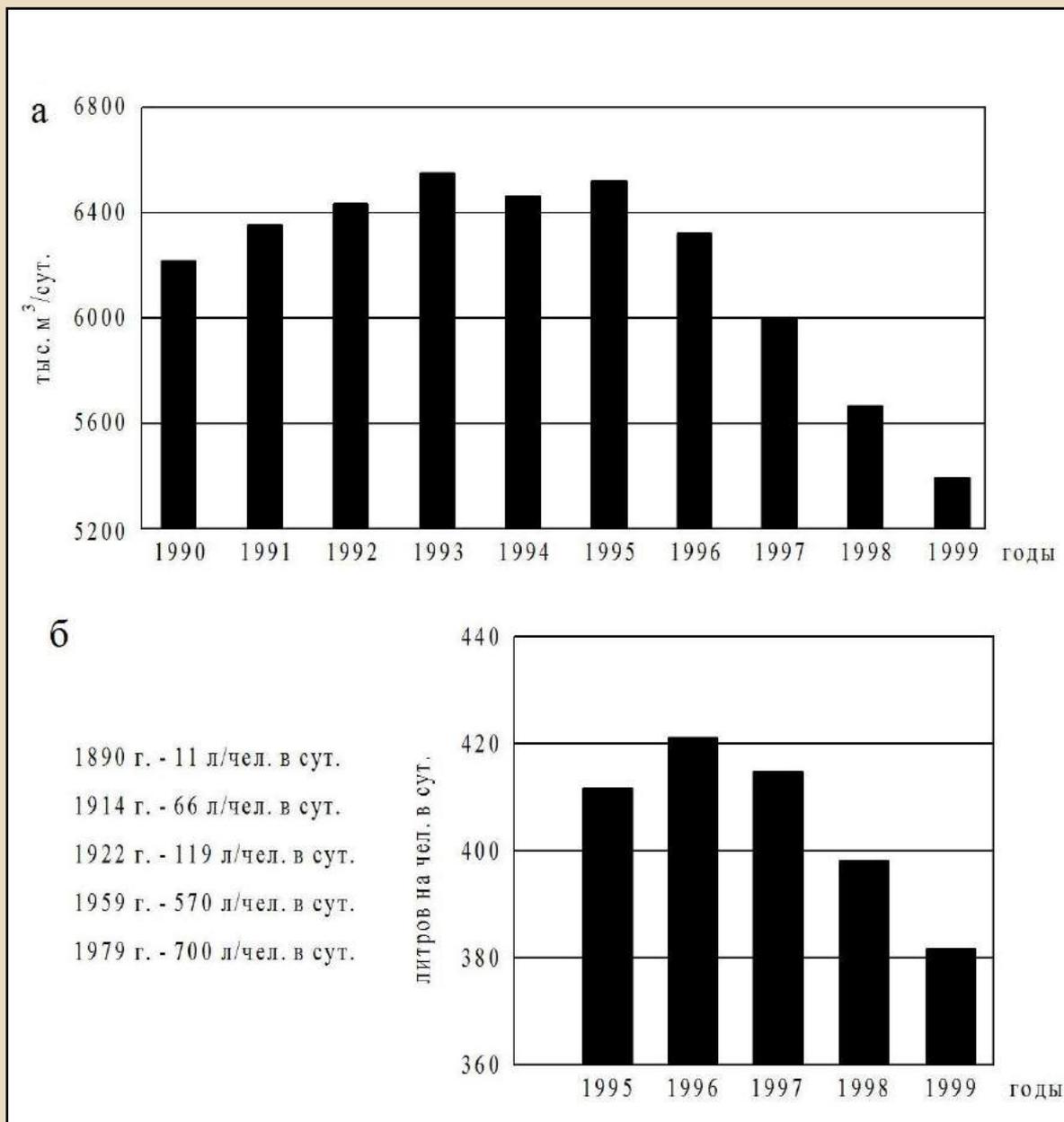
График водоснабжения г. Москвы из канала имени Москвы



Участок канала имени Москвы на водоразделе между Клязьминским и Химкинским водохранилищами



Химкинское водохранилище в системе водоснабжения г. Москвы: площадь водного зеркала 4,0 км²; полный объем 29 млн. м³, полезный объем 6 млн. м³; средняя глубина 8,4 м



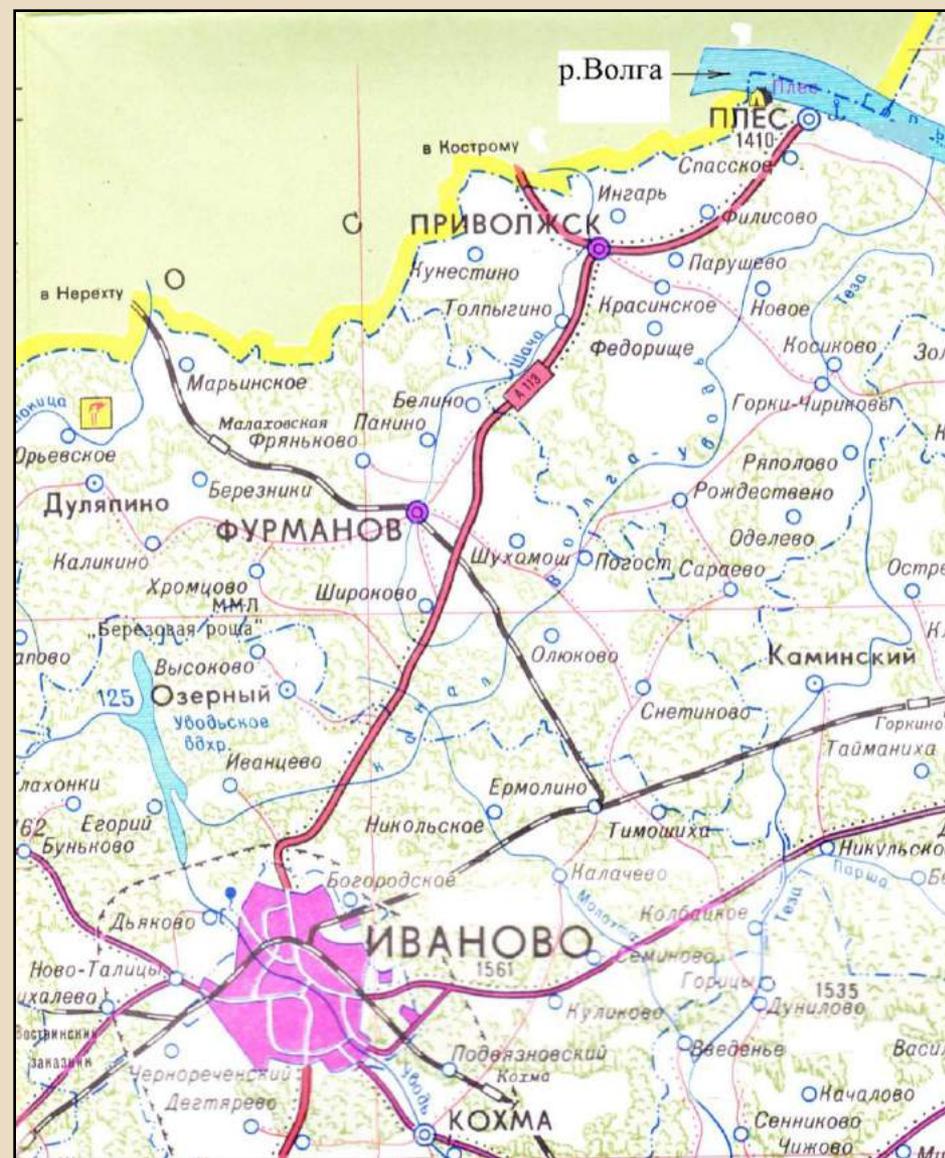
Показатели водоснабжения г. Москвы: а – суммарная подача питьевой воды в систему водоснабжения города; б – удельное потребление питьевой воды на хозяйственно-питьевые нужды

Водоснабжение г. Иваново

Осуществляется из Уводьского водохранилища на р. Уводь, построенного в 1937 г.: площадь зеркала 10,4 км²; полный/ полезный объемы 83/82 млн. м³. Пополнение Уводьского водохранилища водой осуществляется по водопроводному каналу из р. Волги.



Уводьское водохранилище
на р. Уводь у г. Иванова



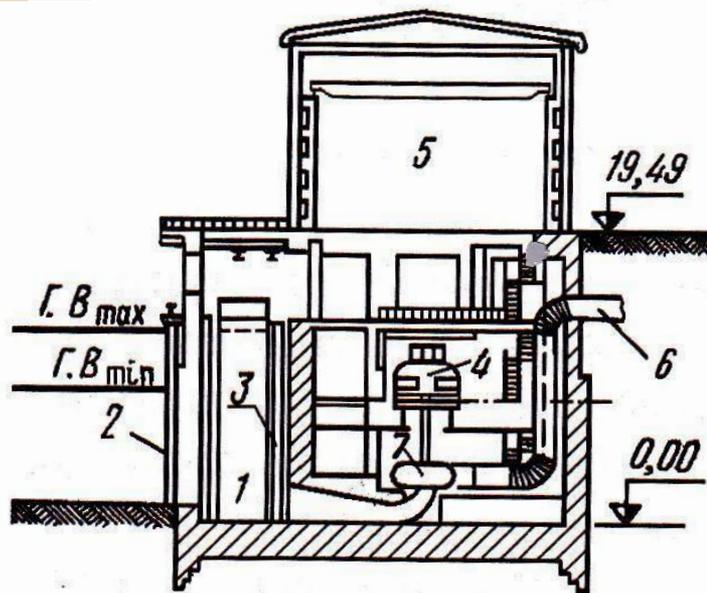
План трассы канала Волга – Уводь
и Уводьского водохранилища

Водопроводный канал Волга-Уводь

Канал длиной 78 км сдан в эксплуатацию в 1966 г. Вода в голову канала поднимается на 52 м из р. Волги насосной станцией ($9,6 \text{ м}^3/\text{с}$), далее самотеком по каналу поступает в Уводьское водохранилище, обеспечивающее водоснабжение г. Иваново. Ширина канала по дну 3 м, глубина наполнения 2,7 м, уклон 0,00008, скорость течения 0,5 м/с.



Вид канала в районе пересекающей его автодороги А113. 2011г.



1 – водоприемная камера; 2 – входные окна с решетками; 3 – сетка; 4 – насосная; 5 – наземный павильон; 6 – напорные водоводы; 7 – насосы

Схема водозабора



Водозабор на левом берегу р. Волги с подачей воды напорными водоводами на высоту 52 м расходом $9,6 \text{ м}^3/\text{с}$ в канал Волга - Уводь

Береговой донный водозабор с насосной станцией, подающей воду из р. Волги (Горьковского водохранилища) в канал Волга-Уводь

Для поверхностных объектов питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения устанавливают зоны санитарной охраны [СанПиН 2.1.4.1110 – 02] в составе трех поясов:

1 – й пояс (строгого режима). Включает территорию расположения водозабора, площадок водопроводных сооружений и водопроводного канала. Назначение – защита от случайного или умышленного загрязнения воды. Границу 1 – го пояса располагают на расстоянии не менее 100 м во все стороны от водозабора.

2 –й пояс и 3 –й пояс (пояса ограничений). Назначение – предупреждение микробного загрязнения воды.

Границу 2 –го пояса на водоемах удаляют от водозабора по акватории на 3 – 5 км, по территории – на 0,5 – 1 км от уреза НПУ.

Границы 3 – го пояса на водоемах совпадают с границами 2 – го пояса.

Отведение сточных вод в водные объекты

В стране имеются совершенные технологии очистки стоков.

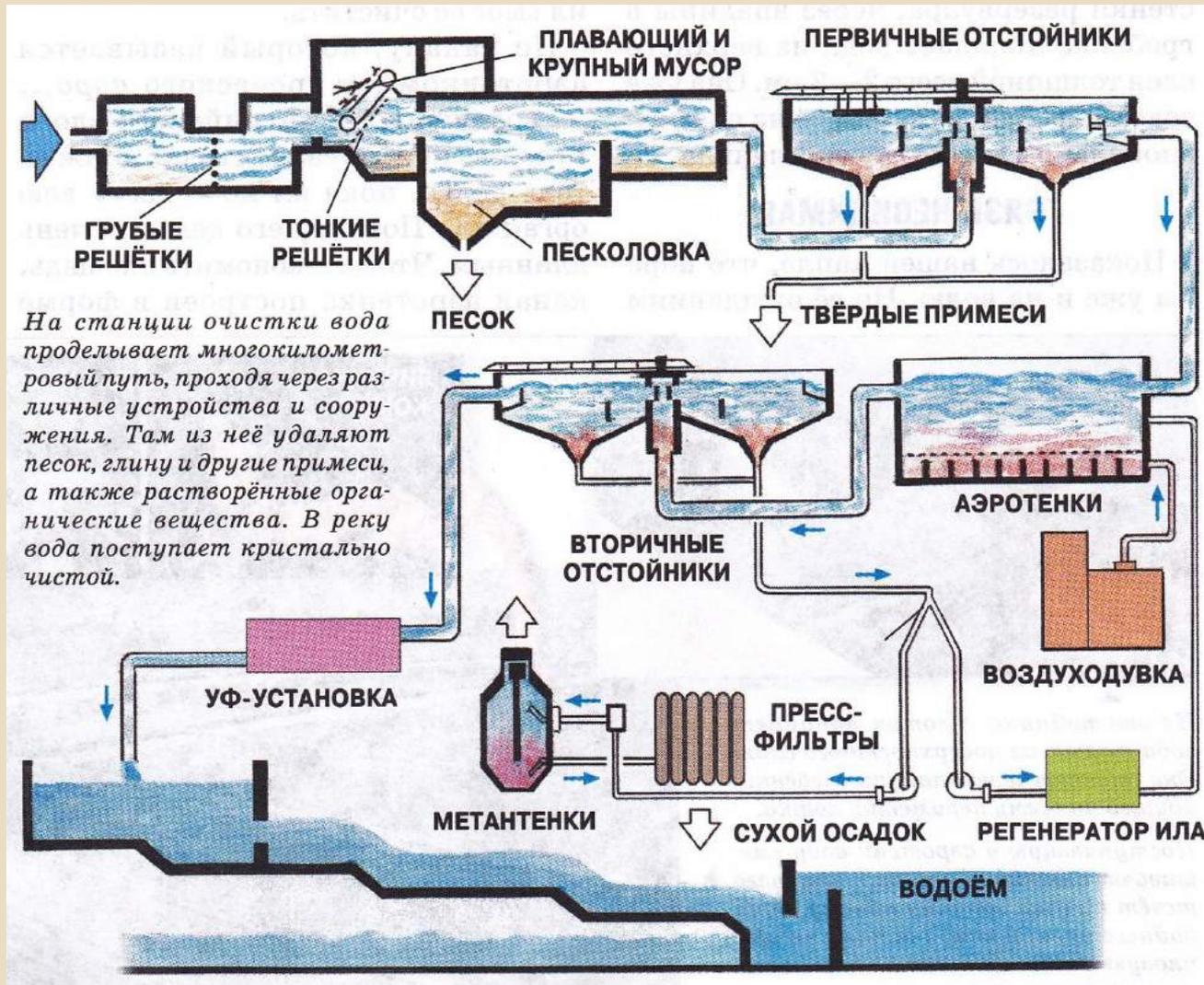


Схема городских очистных сооружений

Очистные сооружения построены на многих предприятиях и во многих городах.



Курьяновская станция аэрации сточных вод в г. Москве. 1988 г.

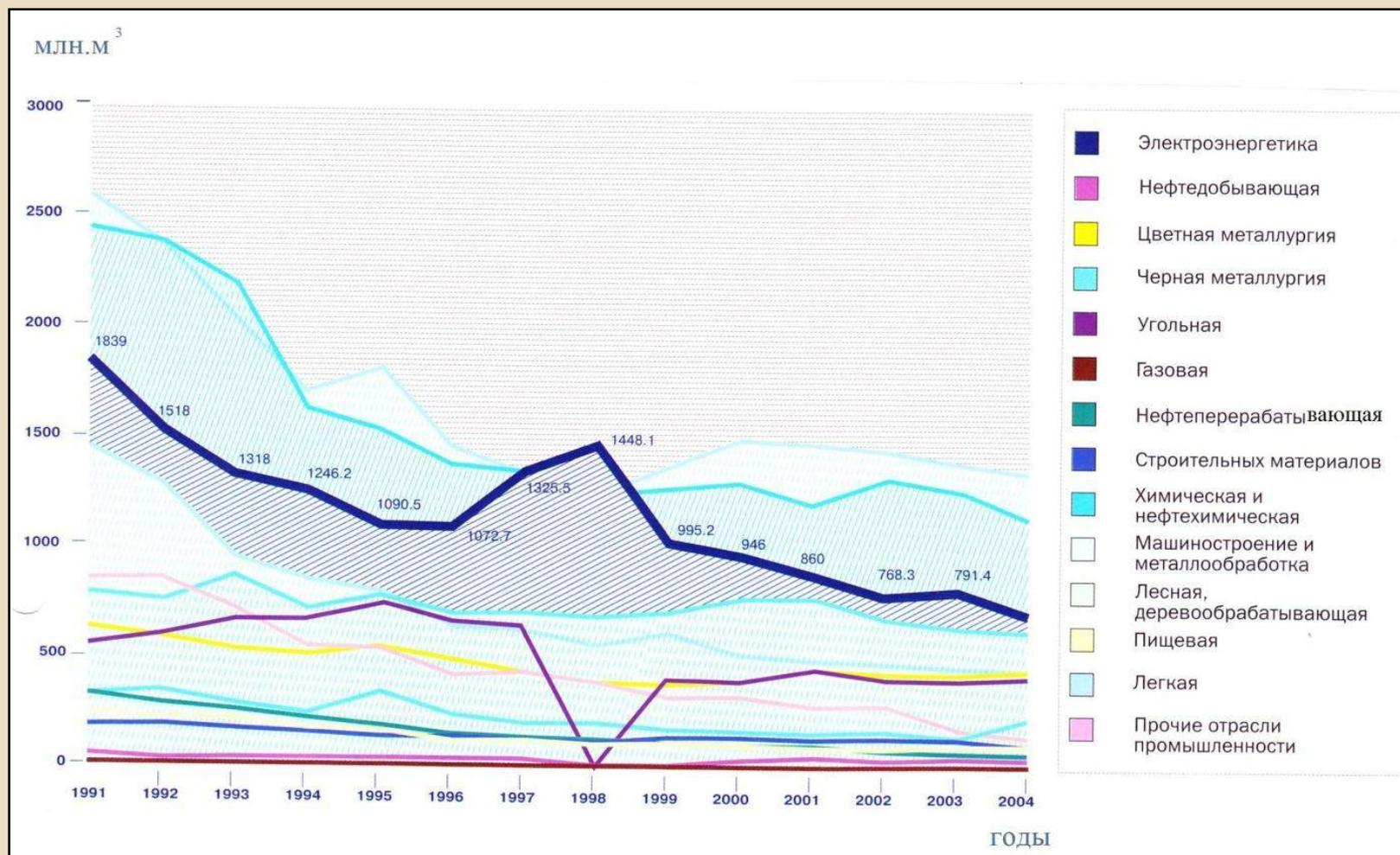
Очистку стоков внедряют в сельской местности.



Очистные сооружения на базе биологических прудов в агрофирме «Дороничи» Кировской области

Однако, до необходимой нормы в целом по России очищается лишь около 9% сточных вод.

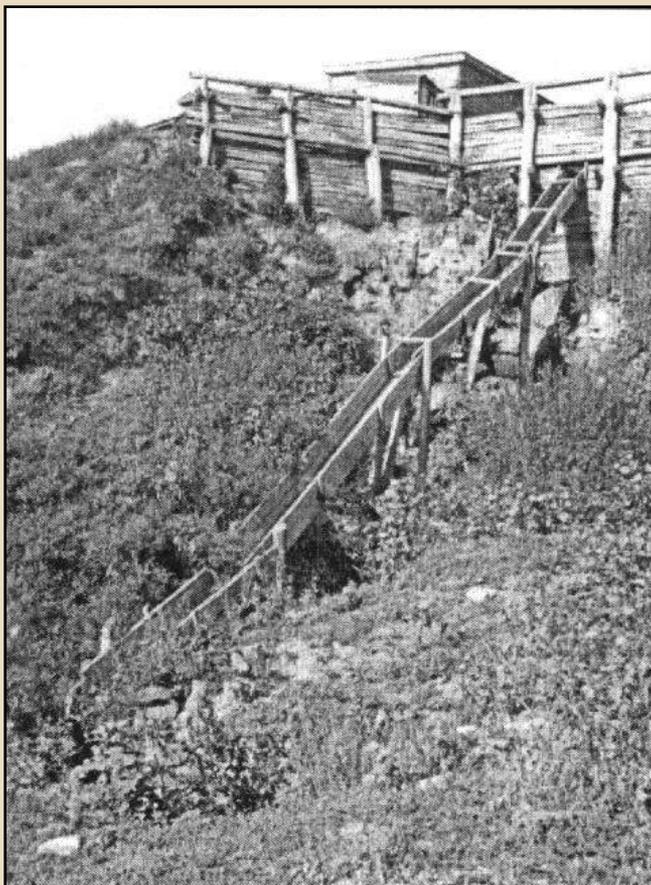
Из всего объема водоотведения (62,6 км³ в 1994г.) 96% осуществляется в поверхностные водные объекты, в том числе водохранилища.



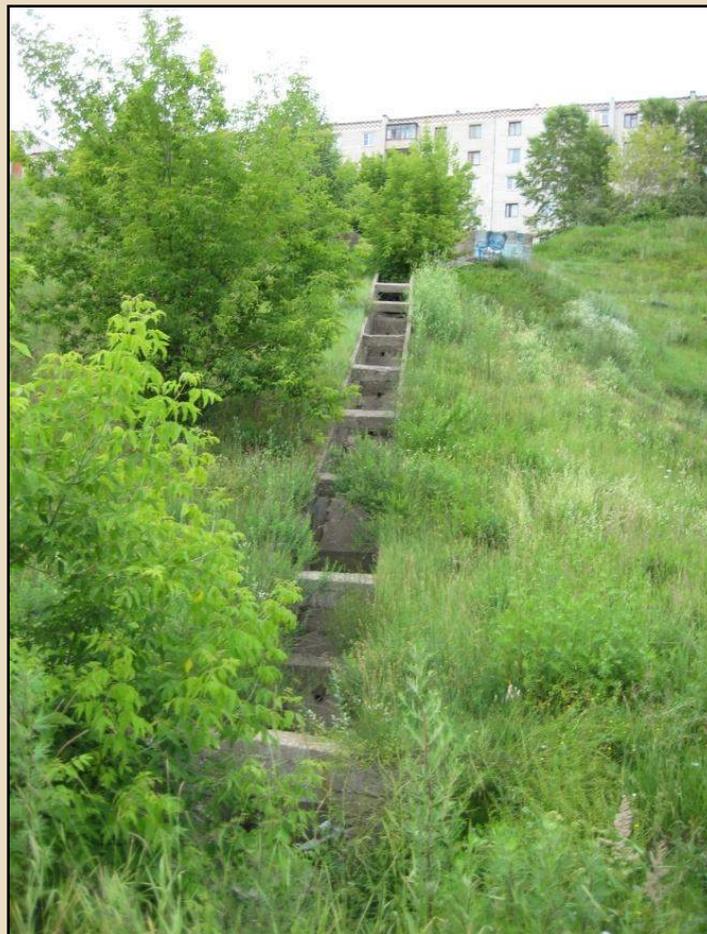
Сброс загрязненных сточных вод в поверхностные водные объекты по отраслям промышленности России (по материалам Росстата и МПР России)

Без очистки сбрасываются в реки и водохранилища ливневые воды с территорий городов.

а



б



Сброс ливневых вод в поверхностные водные объекты:

а – водосток с правобережной части г. Воронежа в р. Воронеж, начало XX в.;

б – водосток с территории г. Городца в межшлюзовой бьеф Нижегородского гидроузла на р. Волге, начало XXI в.

Распределение нагрузки сточными водами по основным рекам России. Данные 1995 г.
 [Вода России. Водохранилища, 2001 г.]

Бассейн	Сток, км ³	Площадь водосбора, тыс. км ²	Объем сточных вод, млн м ³	Нагрузка (объем сточных вод/сток реки), %
Волга	254,0	1 360	18 049,3	7,1
Кама	117,0	507	4 207,9	3,6
Ока	38,5	245	6 215,4	16,1
Обь	404,0	2 990	6 722,5	1,7
Дон	28,1	422	4 401,0	15,7
Енисей	630,0	2 580	3 145,8	0,5
Кубань	13,5	57,9	3 094,2	22,9
Урал	10,1	236	1 902,3	18,8
Терек	11,0	37,4	1 867,2	17,0

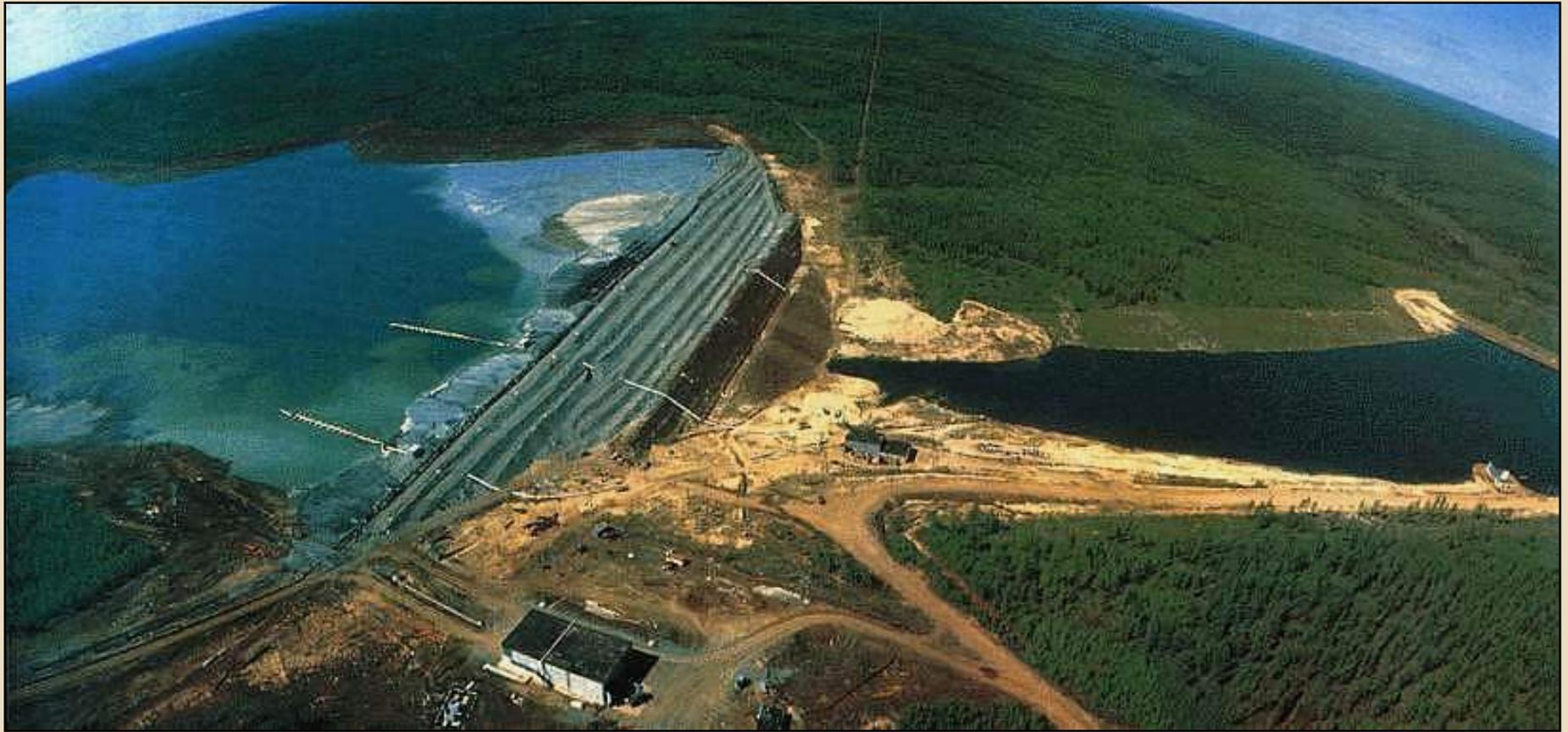
Водохранилища на реках, испытывая антропогенную нагрузку сточными водами, способствуют их разбавлению. Если не обеспечивается минимально необходимое 10 – кратное разбавление сточных вод, это значит, что объемы водоотведения достигли предельного уровня [Вода России. Водохранилища, 2001].

Водный кодекс запрещает сброс сточных вод в водные объекты:

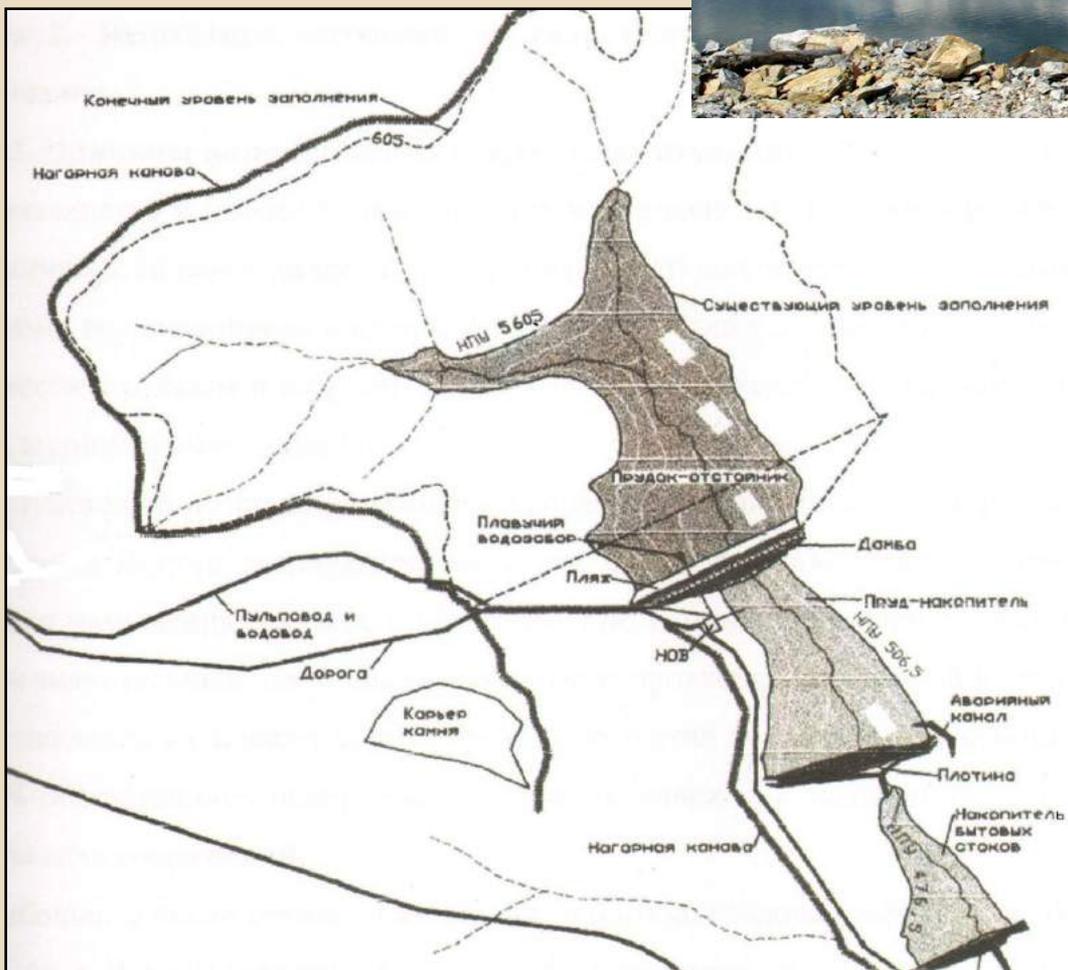
- содержащие природные лечебные ресурсы;
 - отнесенные к особо охраняемым объектам,
- а также расположенные в границах:
- зон санитарной охраны источников питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения;
 - зон санитарной охраны лечебно-оздоровительных учреждений;
 - рыбоохранных и заповедных зон.
-

К сточным водам приравниваются **дренажные воды** со всеми запретами по сбросу.

Так, на золотодобывающих предприятиях северо-востока страны для загрязненных вод, фильтрующихся из хвостохранилищ, строят водоперехватывающие водохранилища.



Хвостохранилище (слева) и водоперехватывающее водохранилище (справа) фабрики №1 Мирнинского ГОК в Якутии



Вид с плотины пруда-накопителя на сам пруд и дамбу хвостохранилища

План хвостохранилища и водоперехватывающих водохранилищ (прудов) обогатительной фабрики №14 Айхальского ГОК в Якутии

Личные потребности человека

Закрывая вопрос водоснабжения и водоотведения, коснемся нужд собственно человека.

Суточная **физиологическая потребность человека в воде** 35 – 75 г на 1 кг массы тела. Вычислено, что 50 л/человека в день ($\sim 18,25 \text{ м}^3/\text{чел}$ в год) – объем, способный удовлетворить основные человеческие потребности в воде для питья, приготовления пищи, стирки и гигиенических нужд. Примерно таким объемом обходятся жители сельской глубинки России.



Семейная сельская баня с прудом



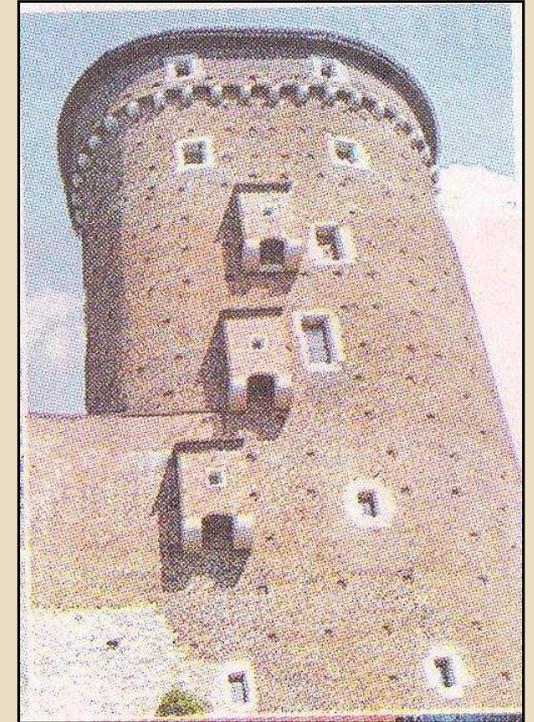
Житель с. Волокославино Вологодской области, несущий домой «для чая» воду из р. Порозовицы. 2011г.

Туалетная культура была развита еще в Древнем Риме. Там существовали общественные уборные. В Европе XIII столетия жители опорожнялись в кусты или на головы прохожим.

а



б



Древнеримская общественная уборная (а) и средневековые европейские сортиры (б)

На Руси справляли нужду в
нужниках. Традиция сохранилась
по сей день.

По данным Всемирной туалетной
организации (World Toilet
Organization) 42% жителей
планеты не имеют доступа к
коммунальным удобствам.

В России доступа к отхожим местам,
отвечающим нормам гигиены, нет у
27 % населения.

Особая напряженность сложилась с
общественными туалетами в городах.
Их недостаток заставляет горожан
оправляться где попало, что приводит
к непредсказуемому загрязнению
городской среды.



Общественный туалет в с. Волокославино
Вологодской области. 2011г.



Табличка в лифте жилого дома. Украина. 2006 г.

Использование водных объектов в производстве электроэнергии

Производство электроэнергии с использованием водных объектов осуществляется на тепловых (ТЭС), атомных (АЭС), гидравлических (ГЭС, ГАЭС), геотермальных (ГеоЭС), приливных (ПЭС) электростанциях.

Установленная мощность электростанций России (2010 г.) – 219 млн. кВт,

в том числе: ТЭС – 66,6 %;

АЭС – 10,9 %;

ГЭС – 21 %;

остальные – 1,4 %.

Выработка электроэнергии всего (2008 г.) – 1023 млрд. кВт·ч,

в том числе: ТЭС – 66 %;

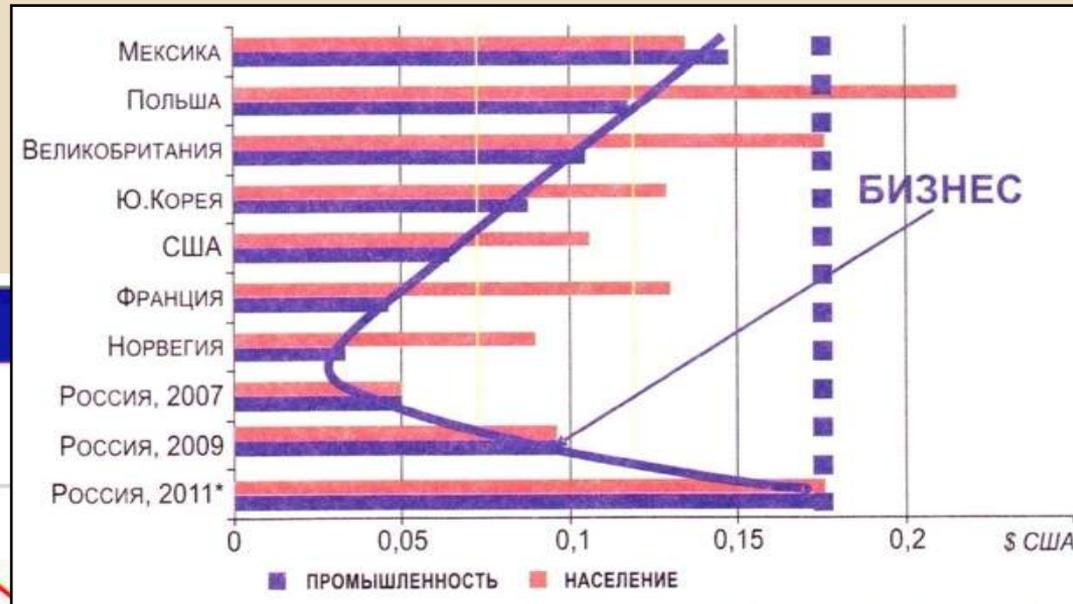
АЭС – 16 %;

ГЭС – 18 %;

остальные < 0,5 %.

Динамика выработки электроэнергии, млрд. квт·ч/год: 1990 – 1082;
1995 – 860;
2005 – 953;
2014 – 1064.

В России есть необходимость существенной рационализации электропотребления.



Стоимость электроэнергии в России и других странах (за 1 квт•ч)



Электроёмкость внутреннего валового продукта (ВВП) в разных странах, 2006 г.



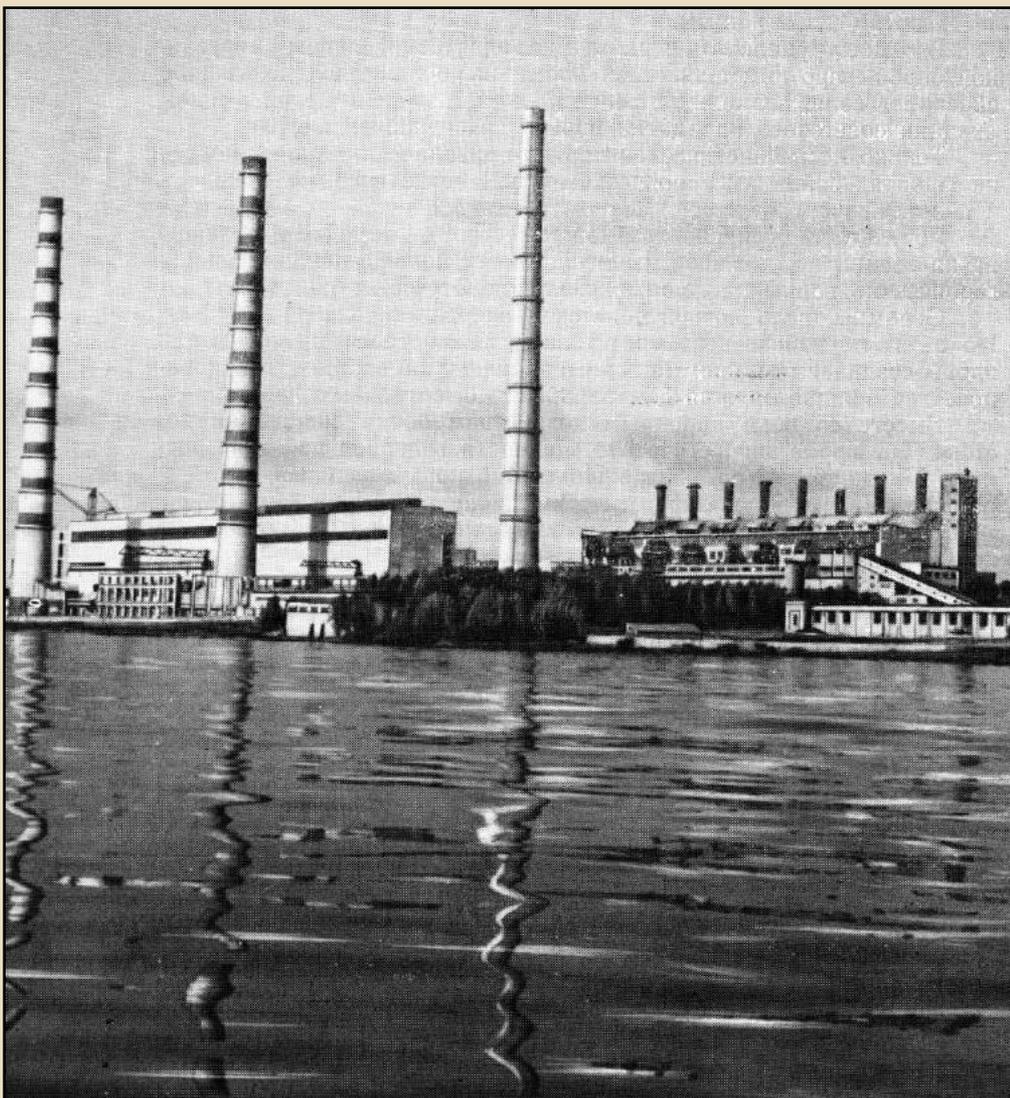
Социальная приемлемость различных технологий выработки электроэнергии

Тепловые и атомные электростанции (ТЭС и АЭС)

Большие объемы воды требуются для охлаждения энергоблоков: ТЭС мощностью 1000 МВт – 1,6 км³/год (50 м³/с), АЭС той же мощности – до 3 км³/год (95 м³/с). Около трети воды теряется безвозвратно. ТЭС и АЭС располагают на берегах существующих водохранилищ, или строят для них специальные (одноцелевые) водохранилища.



Тепловая (конденсационная) электростанция в г. Кириши на берегу руслового участка Волховского водохранилища на р. Волхов



Водохранилище построено в 1812 г., как пруд-охладитель эксплуатируется с 1948 г. Площадь зеркала 24,0 км², полный объем 74,4 млн. м³, полезный объем 30,0 млн. м³.

Исетское водохранилище на р. Исети – водоем-охладитель Средне-Уральской ГРЭС. Фото 1970-х гг.



Белоярское водохранилище на р. Пышме для водоснабжения Белоярской АЭС (одноцелевое): образовано в 1959 – 1963 гг., средняя глубина 8 – 9 м; площадь зеркала 47 км²; полный объем 262 млн. м³



Наливное водохранилище Курской АЭС в пойме р. Сейм (приток р. Десны, впадающей в р. Днепр): введено в эксплуатацию вместе с первым блоком АЭС в 1976 г.; полная емкость 94,6 млн. м³; площадь зеркала 21,46 км³; наполняется водой из реки

В стране планомерно ведется развитие теплоэнергетики с сохранением опережения темпов развития угольной генерации по сравнению с газовой генерацией и с постепенным переходом от отдельного производства электроэнергии и тепла к их когенерации.

Так, по данным Минэнерго России, в 2012 г. произведены вводы генерирующих мощностей на следующих электростанциях:

Сызранская ТЭЦ – ПГУ-225 МВт;
Уренгойская ГРЭС – ПГУ-450 МВт;
Пермская ТЭЦ-6 – ПГУ-124 МВт;
Няганская ГРЭС – ПГУ-2x418 МВт;
Киришская ГРЭС – 540 МВт;
Краснодарская ГРЭС – ПГУ-410 МВт;
Правобережная ТЭЦ-5 – ПГУ-450 МВт;
Адлерская ТЭС – 2x180 МВт;
Харанорская ГРЭС – К-200-213,7 МВт;
Красноярская ТЭЦ-3 – Т-185 –185 МВт.

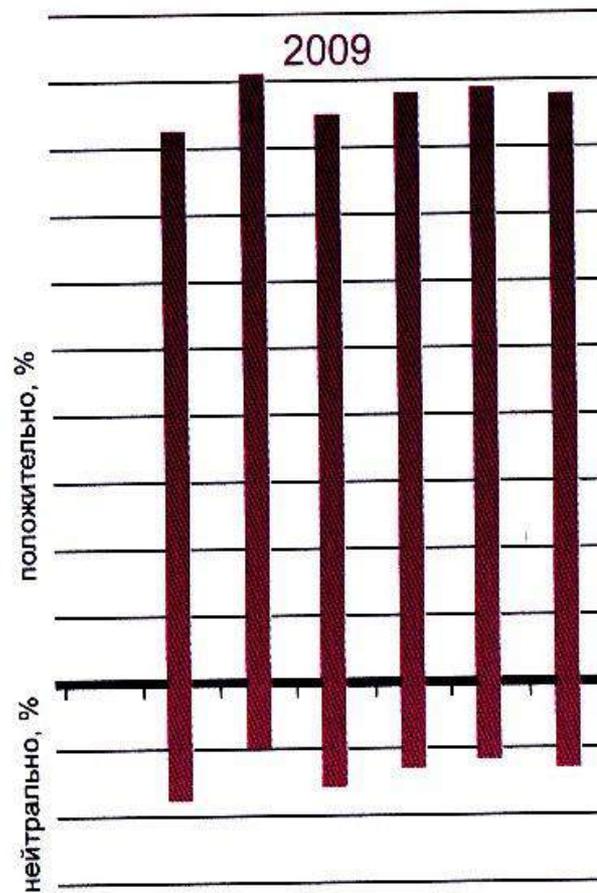
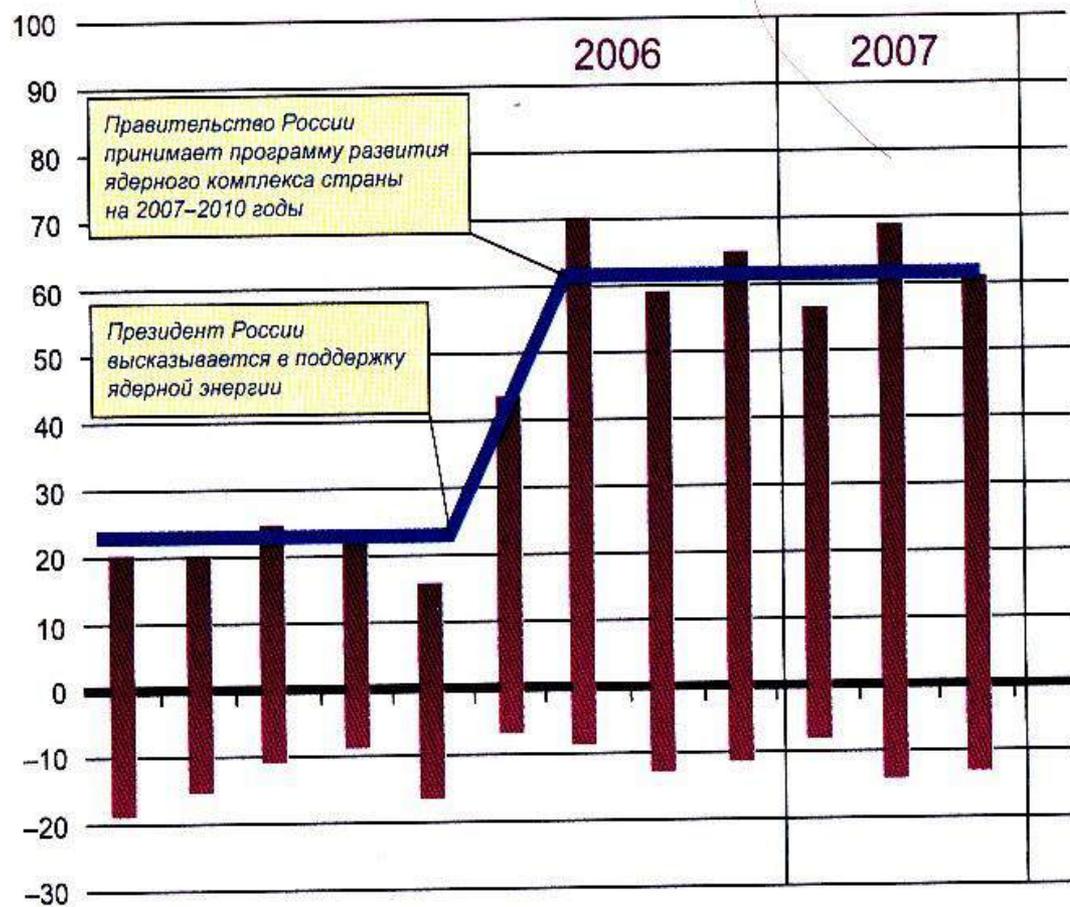


Уренгойская ГРЭС: работает на природном газе;
годовая выработка электроэнергии 3328,9 млн квт·ч (2014 г.)

Запасов угля в мире при существующем уровне добычи должно хватить на 140 лет, газа – на 61 год (данные Всемирного энергетического совета).

С 2006 г. в России начат новый виток развития ядерной электроэнергетики.

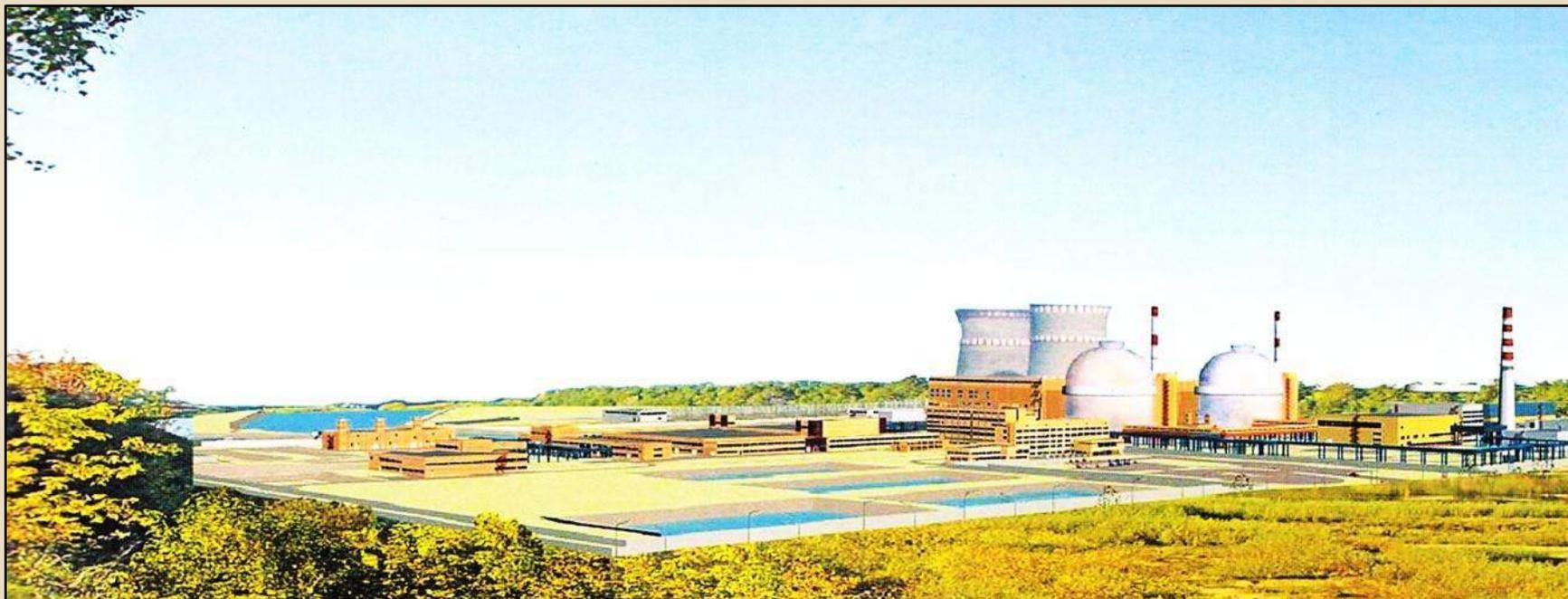
Федеральные СМИ России о ядерной энергии



По данным «Росатома»

Строятся новые энергоблоки на Волгодонской, Калининской, Белоярской, Ленинградской, Нововоронежской, Балтийской АЭС.

Выполняются проекты Северной, Тверской, Нижегородской, Южно-Уральской, Центральной АЭС.



Нижегородская АЭС. Проект Нижегородской инжиниринговой компании «Атомэнергопроект»: местоположение – на берегу р. Оки в Навашином районе Нижегородской области; первая очередь – два блока мощностью по 1170 МВт

Россия – единственная страна в мире, обладающая флотом гражданских атомных судов. С 2007 г. начато строительство несамоходных плавучих АЭС для отдаленных топливодефицитных районов страны. Для их размещения предполагается строительство **закрытых акваторий (бухт)**.



Плавучий энергоблок атомной теплоэлектростанции на Балтийском заводе в г. Санкт-Петербурге

Состояние атомной энергетики в мире (2014 г.)

Имеются АЭС:

в мире----- 437 энергоблоков
общей мощностью 373300 МВт;
в том числе по странам:
США-----104 блока (102000 МВт)
Франция-----58-----(63100),
Япония-----51-----(46600),
Россия-----33-----(25200),
Южная Корея----23-----(20800),
Украина-----15-----(13800),
другие страны---153-----(101800).

Заявили о намерении строить АЭС:

Турция, Египет, Марокко, Нигерия, Чили,
Бангладеш, Индонезия, Вьетнам,
Таиланд, Австралия, Малайзия и др.

Стоимость строительства

АЭС-----3 – 4 тыс. долл./кВт,
ТЭС с ПГУ-----1 – 2 тыс.долл./кВт.

Строятся АЭС:

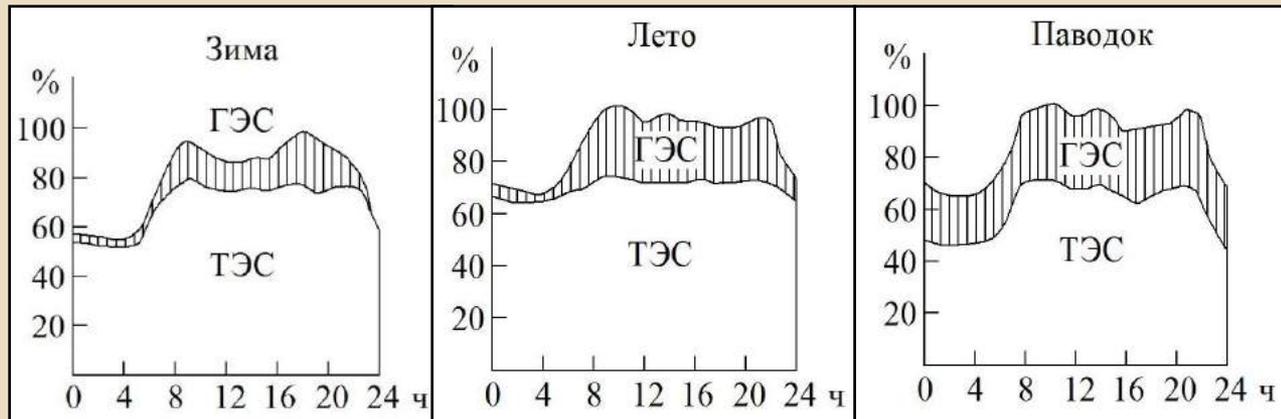
в мире-----72 энергоблока
общей мощностью 70000 МВт;
в том числе по странам:
Китай-----28 блоков,
Россия-----8,
Индия-----6,
Южная Корея----5,
США, Франция, Финляндия, Болгария,
Словакия, Пакистан, Саудовская Аравия,
другие страны -----1 – 2 блока.

Ликвидируют все АЭС:

Германия-----к 2020 г.,
Бельгия-----к 2025 г.,
Швейцария-----к 2034 г.,
Италия-----1990 г. (остановлены все АЭС),
Швеция-----постепенно,
Япония-----2011 г. (остановлены все АЭС).

Гидроэлектростанции (ГЭС)

■ Основным назначением ГЭС в современных энергосистемах является **покрытие пиков суточной электрической нагрузки** (мощности).



Режим работы ГЭС приспособливают к изменениям нагрузки энергосистемы путем суточного, недельного, годовичного регулирования стока с помощью водохранилищ.

■ ГЭС с водохранилищами выполняют также **функции аварийного резерва**. Так, запас воды в водохранилищах Волжско-Камского каскада эквивалентен 14,4 млрд. кВт·ч электроэнергии.

■ Получение электроэнергии на ГЭС **экономически выгодно**. Из-за отсутствия топливной составляющей себестоимость электроэнергии ГЭС в 5 – 8 раз ниже себестоимости электроэнергии ТЭС и АЭС.

Страны-лидеры по гидроэнергетическим ресурсам и установленной мощности ГЭС

Страна	Гидроэнергетический потенциал, ГВт·ч/год		Установленная мощность ГЭС, МВт	Выработка на ГЭС, ГВт·ч/год	Выработка на ГЭС, % от общей по стране	Использование экономического потенциала, %
	технический	экономически целесообразный				
Бразилия	1 300 000	763 000	83 752	331 678	76,6	43,4
Индия	660 000	442 000	37 000	121 650	17,1	27,5
Канада	951 000	536 000	72 660	350 600	59	65,4
Китай	2 474 000	1 750 000	147 000	475 000	14	27,1
Россия	1670 000	852 000	47 000	170 000	18	19,9
США	528 500	376 000	78 200	270 000	7	71,8

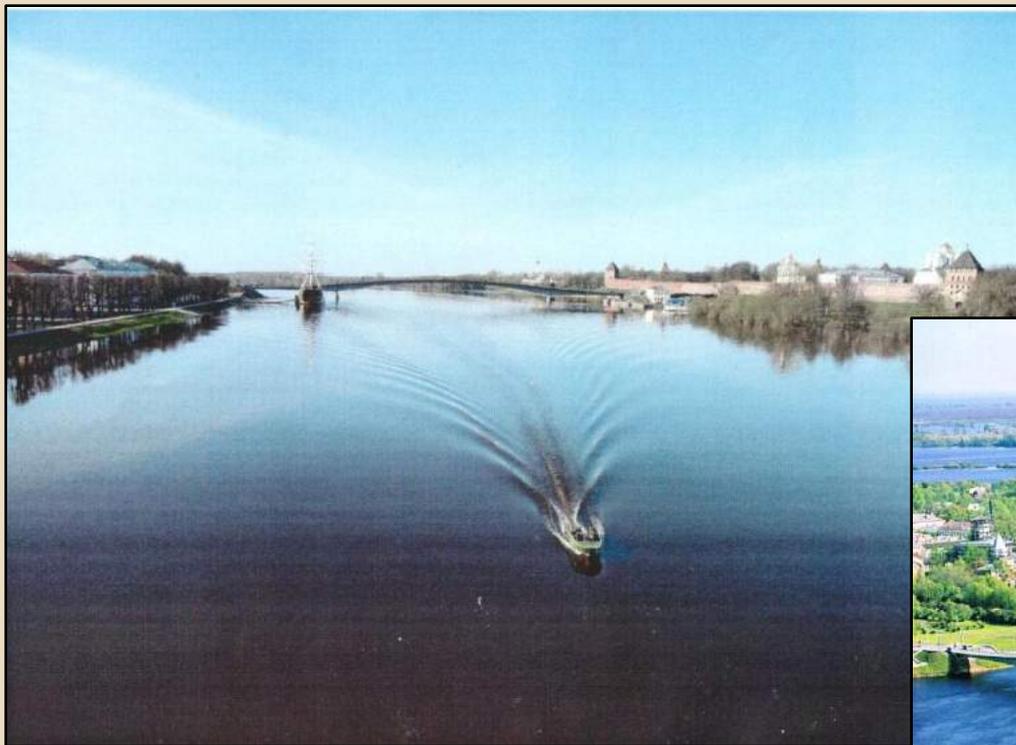
Волховская ГЭС на р. Волхове, построенная по плану ГОЭЛРО в 1926 – 1928 гг. – первая крупная ГЭС в России (мощность 66 МВт).

Фото 1950-х гг.

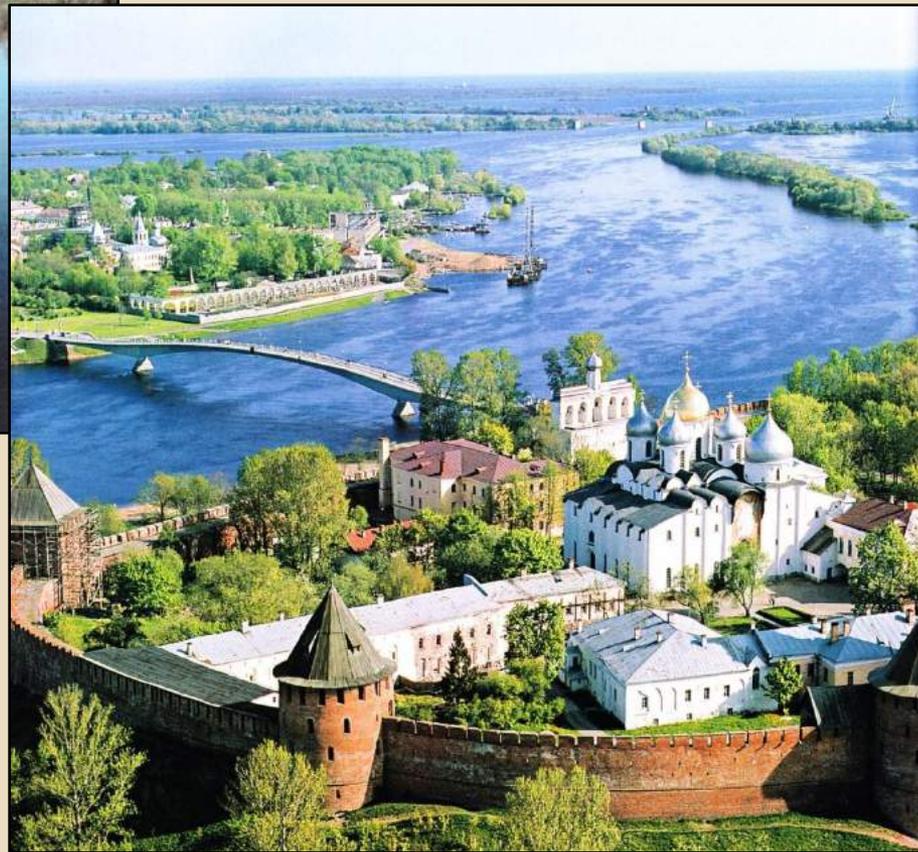


Рядом с Волховской ГЭС и на ее базе в 1929 – 1932 гг. был построен первый советский алюминиевый завод.

Волховское водохранилище: включает в себя речной участок длиной 200 км и оз. Ильмень; площадь при НПУ 1090 км²; глубина у плотины 15 м, в озерной части до 10 м ; полный объем (русловой и озерной частей) 13,17 км³, полезный объем 11,4 км³.



Речной участок Волховского водохранилища у г. Новгорода



Вид на исток р. Волхова из оз. Ильмень от стен Новгородского кремля

Гидроэлектростанции России мощностью более 1000 МВт

Гидроэлектростанция	Река	Мощность, МВт	Среднегодовая выработка, млрд кВт·ч
Европейская часть России			
Волгоградская	Волга	2 673	11,1
Жигулевская	Волга	2 400	10,1
Чебоксарская	Волга	1 370	2,2
Саратовская	Волга	1 360	5,35
Нижекамская	Кама	1 250	2,67
Загорская ГАЭС	–	1 200	1,95
Воткинская	Кама	1 020	2,22
Чиркейская	Сулак	1 000	2,47
Сибирь и Дальний Восток			
Саяно-Шушенская	Енисей	6 720	24,5
Красноярская	Енисей	6 000	17,5
Братская	Ангара	4 500	22,6
Усть-Илимская	Ангара	3 840	21,7
Богучанская	Ангара	3 000	17,6
Бурейская	Бурея	1 975	7,1
Зейская	Зея	1 330	4,1

Иваньковским гидроузлом было положено начало строительства Волжско-Камского каскада, практически (кроме двух гидроузлов) завершено в 1960 –е гг.

Гидроузлы Годы строительства

р. Волга

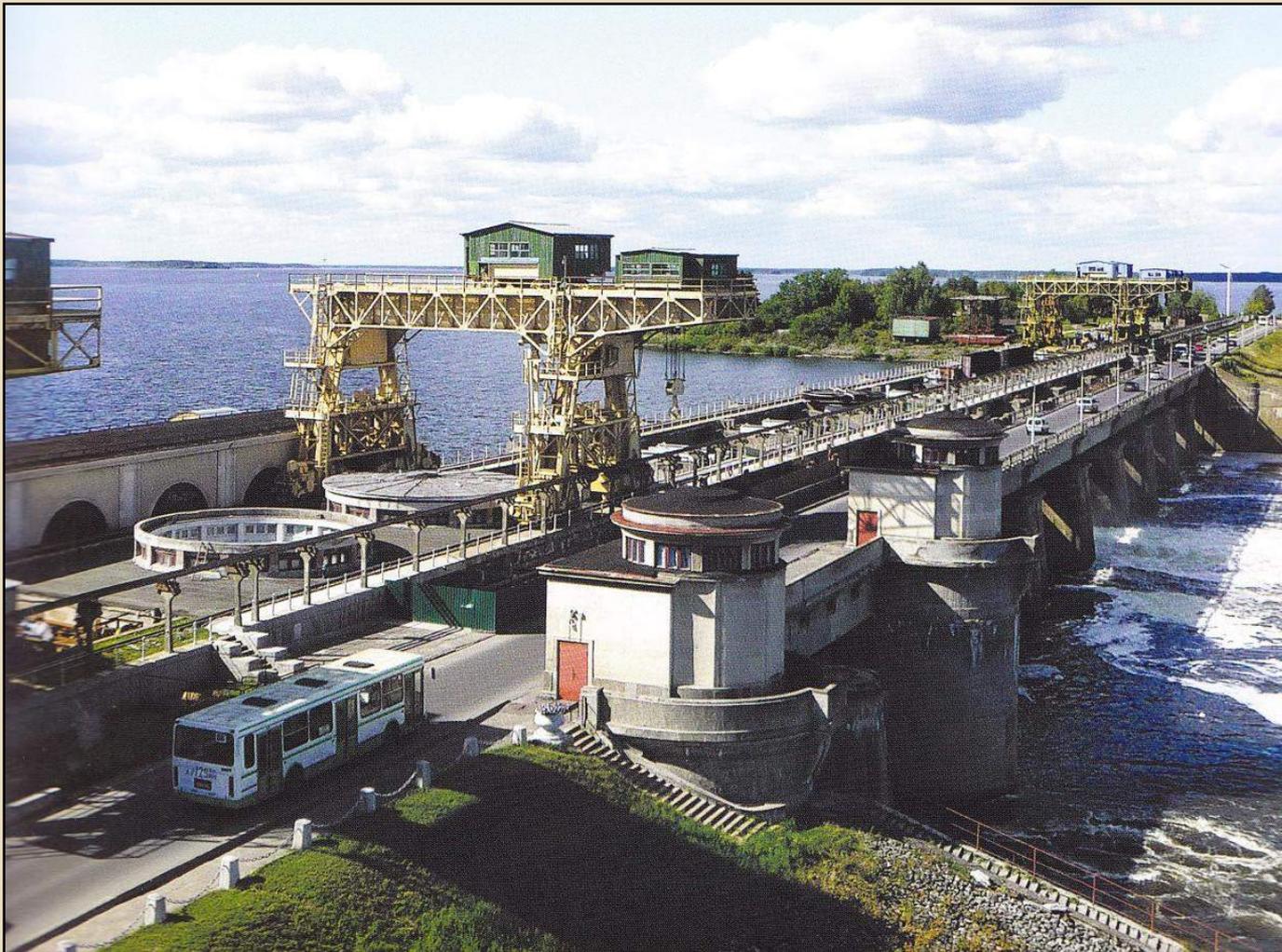
Иваньковский	1933 – 1937
Угличский	1935 – 1942
Рыбинский	1935 – 1950
Нижегородский (Горьковский)	1948 – 1957
Чебоксарский	1968 – 1989
Жигулевский (Куйбышевский)	1949 – 1957
Саратовский	1956 – 1962
Волжский (Сталинградский)	1951 – 1962

р. Кама

Камский	1949 – 1958
Воткинский	1955 – 1965
Нижнекамский	1963 – 1988



Самая мощная в каскаде – Волжская ГЭС:
2673 МВт



Иваньковская ГЭС – первенец Волжско-Камского каскада: $H_{\max} = 14,5$ м; $N_y = 30$ МВт;
полный объем водохранилища $1,2$ км³



План сооружений гидроузла:

- 1 – земляная плотина; 2 – ГЭС;
- 3 – рыбоподъемник; 4 – водосливная плотина;
- 5 – межшлюзовая ГЭС;
- 6 – судоходный шлюз;



Вид со стороны нижнего бьефа на здание ГЭС и водосливную плотину ($59500 \text{ м}^3/\text{с}$). **Красная точка на плане – стоянка фотографа.** Судоходный шлюз, расположенный ближе к левому берегу, на снимке не виден.

Волжская (Волгоградская, Сталинградская) ГЭС – самая мощная в Волжско-Камском каскаде: напор 27 м, мощность 2673 МВт, полезный объем водохранилища $8,25 \text{ км}^3$



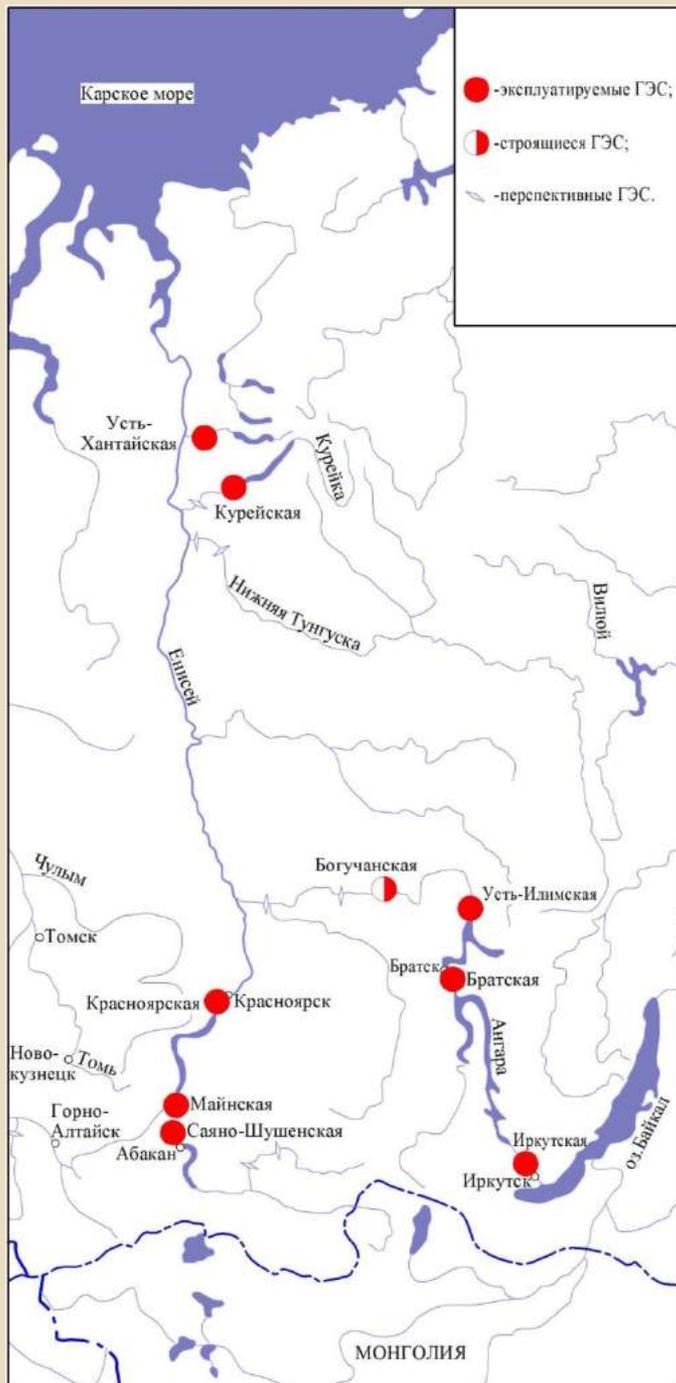
Чебоксарский гидроузел на р. Волге последний по времени пуска в Волжско-Камском каскаде. Вид с правого берега нижнего бьефа. Слева направо: судоходный шлюз, здание ГЭС, водосливная плотина, земляная плотина. Напор 18,9 м, мощность ГЭС 1370 МВт, объем водохранилища 12,6 км³ (при проектном НПУ =68,0 м)

Характеристики гидроузлов Волжско-Камского каскада

Гидроузел (современное название)	Годы строи- тельства	Расстояние створа от устья реки, км	Площадь водосбора, км ²	Средне- много- летний сток, км ³	Расчетный максималь- ный сбросной расход, м ³ /с	Длина напор- ного фронта, км	Макси- маль- ный стати- ческий напор, м	Уста- нов- ленна я мощ- ность ГЭС, МВт	Выра- ботка ГЭС, млн. кВт·ч /год	Чис- ло ниток и ступе- ней шлю- за	Габа- риты камер шлюза, м
р. Волга											
Иваньковский	1933–1937	2 970	40 570	9,63	7 350 (1 %)	7	14,5	30	120	1-1	297 × 32
Угличский	1935–1942	2 834	60 043	10,8	11 600 (0,1 %)	2	16	110	240	1-1	290 × 30
Рыбинский	1935–1950	2 723	150 500	35,2	9 150 (0,1 %)	8	18	346,4	935	2-1	290 × 31
Нижегородский	1948–1957	2 275	227 900	52,5	14 800 (0,1 %)	13	17	520	1 513	2-2	290 × 30
Чебоксарский*	1968–1989	1 954	604 000	110,6	48 000 (0,01 %)	3,9	18,9	1 370	3 340	2-1	290 × 30
Жигулевский	1949–1957	1 450	1 200 000	241	67 000 (0,1 %)	5,5	30	2 400	10 900	2-2	290 × 30
Саратовский	1956–1971	1 122	1 280 000	247	64 000 (0,1 %)	2,4	15	1 360	5 400	2-1	290 × 30
Волгоградский	1951–1962	576	1 352 000	251	59 500 (0,1 %)	4,9	27	2 673	11 100	2-2	290 × 30
р. Кама											
Камский	1949–1958	781	167 200	51,5	19 000 (0,1 %)	2,5	22	483	1 700	2-6	240 × 30
Воткинский	1955–1965	416	181 500	53,7	19 500 (0,1 %)	5,37	23	1 020	2 220	2-1	290 × 30
Нижнекамский*	1963–1988	150	368 000	89,3	31 920 (0,1 %)	3,9	18,8	1 248	2 540	2-1	300 × 30

Показатели водохранилищ Волжско-Камского каскада

Гидроузел/водохранилище (современные названия)	НПУ, м БС	Пло- щадь зер- кала, км ²	Объем, км ³		Длина, км	Ширина наиболь- шая, км	Глубина, м		Сработка уровня, м	Годы заполнения водохранили- ща
			пол- ный	полез- ный			сред- няя	наиболь- шая		
Верхневолжский/Верхневол- жское	206,5	179	0,79	0,53	92	4,4	4,4	16,1	3,5	1845 (1943–1947)
Иваньковский/Иваньковское	124,0	327	1,20	0,81	120	8,0	3,4	19,0	4,5	1937
Угличский/Угличское	113,0	249	1,24	0,81	143	5,0	5,0	23,2	3,5	1939–1943
Рыбинский/Рыбинское	102,0	4 550	25,42	16,67	112	56,0	5,6	30,4	4,0	1940–1947
Нижегородский/Горьковское	84,0	1 591	8,70	3,90	430	15,0	5,5	21,0	2,0	1955–1957
Чебоксарский/Чебоксарское	68,0 63,0=ВПУ	2 100 1 080	12,60 4,6	5,40 0	335	16,0	6,1 4,3	18,0 13,0	–	1982
Жигулевский/Куйбышевское	53,0	6 450	57,30	21,0	484	38,0	8,9	40,0	7,5	1955–1957
Саратовский/Саратовское	28,0	1 831	12,87	1,75	348	20,0	7,3	32,0	1,0	1967–1968
Волгоградский/Волгоград- ское	15,0	3 120	31,50	8,25	546	17,0	10,1	41,1	3,0	1958–1960
Камский/Камское	108,5	1 915	12,20	9,20	272	13,5	6,4	28,6	9,5	1954–1956
Воткинский/Воткинское	89,0	1 120	9,36	3,70	365	9,0	8,4	28,0	4,0	1961–1964
Нижнекамский/Нижнекам- ское	68,0 62,0=ВПУ	2 650 1 000	12,90 2,8	4,40 0	300	20,0	5,3 2,8	20,0 14,0	2,0 –	1978–1984



Ангаро-Енисейский каскад ГЭС

Характеристики гидроузлов Ангаро-Енисейского каскада

Гидроэлектростанция	Средне-годовой расход, м ³ /с	Напор, м	Установленная мощность, МВт	Средне-годовая выработка электроэнергии, кВт·ч	Годы строительства
р. Ангара					
Иркутская	1 950	29,8	660	4 100	1950–1958
Братская	2 906	106	4 500	22 600	1957–1967
Усть-Илимская	3 132	90	4 300	21 800	1962–1980
Богучанская	3 560	74,9	4 000	18 600	строится с 1982 г.
р. Енисей					
Саяно-Шушенская	1 480	222	6 400	23 500	1963–1983
Майнская	1 490	17	340	1 600	1981–1985
Красноярская	2 800	101	6 000	20 300	1955–1972
Суммарно по каскаду					
			26 200	112 500	

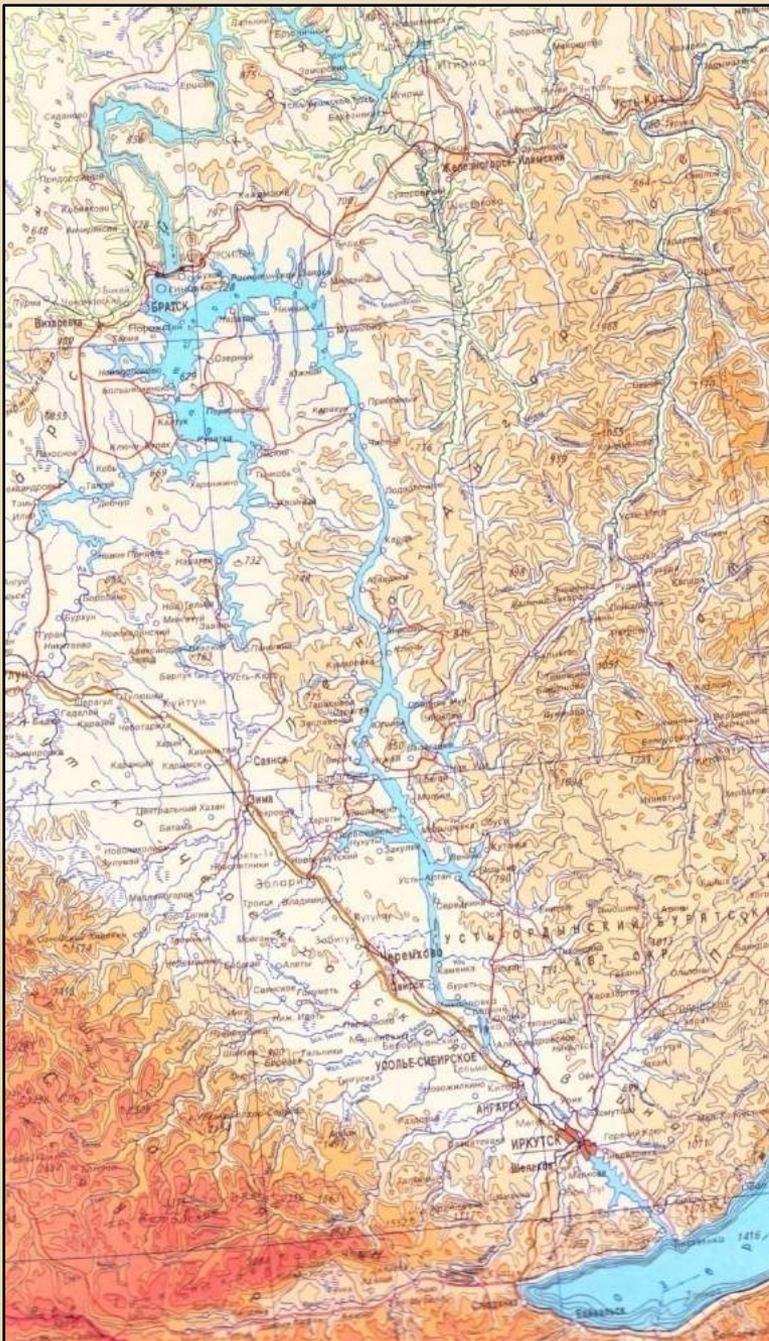
Характеристики водохранилищ Ангаро-Енисейского каскада

Водохранилище	Иркутское (Байкаль- ское)	Братское	Усть- Илимское	Богучан- ское	Саяно- Шушен- ское	Майнское	Красно- ярское
Площадь водосбора, км ²	580 000	740 000	807 000	11	180 000	–	288 200
Среднемноголетний сток, км ³	63,73	91,3	101,6	112,5	46,7	46,7	88,0
Уровни воды, м БС:							
ФПУ	457,5	403,0	–	209,5	544,5	326,5	243,5
НПУ	457,0	402,0	296,0	208,0	540,0	324,0	243,0
УМО	455,5	392,0	294,5	–	500,0	319,0	225,0
Длина, км	700	570	302	375	312		390
Ширина наибольшая, км	79,5	25	10			–	15
Глубина, наибольшая, м	1620	106	88	75	220	–	105
Площадь зеркала, км ²	32 966	5 470	1 873	2 330	633	14	2 100
Объем, км ³ :							
полный	23600*	169,4	59,4	58,3	31,3	0,103	73,5
полезный	44,8	48,2	2,8	2,31	15,3	0,025	30,5
Расчетный сбросной расход, м ³ /с	6 110 (0,01 %)	10 960 (0,1 %)	14 500 (0,1 %)	13 930 (0,1 %)	19 100 (0,1 %)	9 730	33 400 (0,1 %)

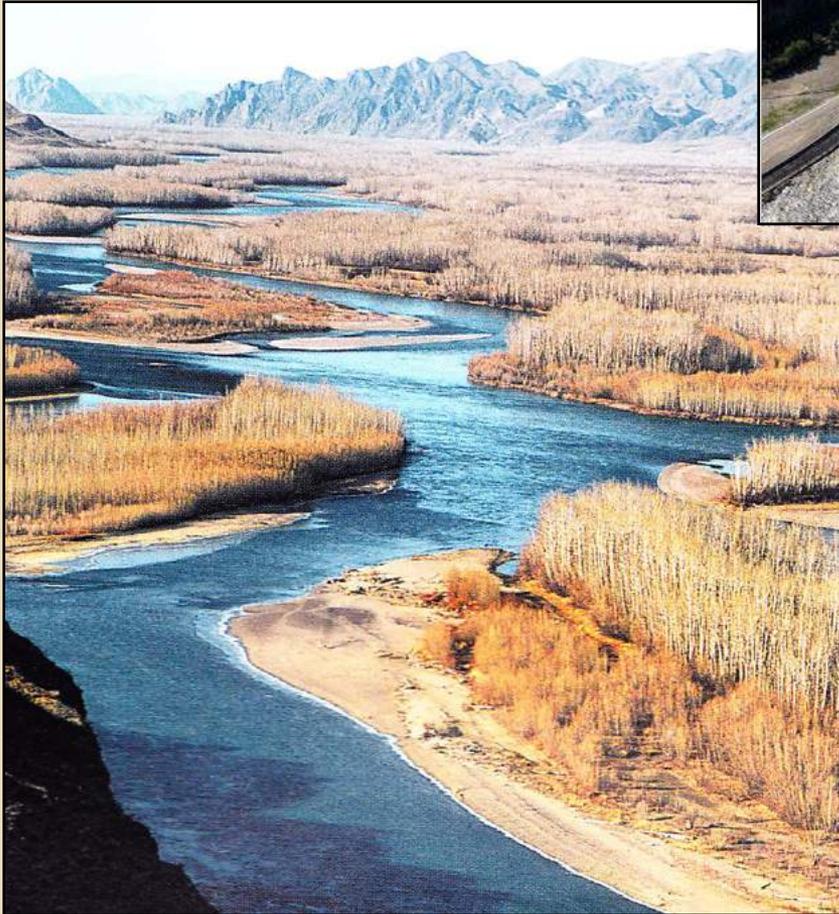


Иркутская ГЭС на р. Ангаре: напор 29,8 м, мощность 660 МВт
Состав сооружений: грунтовая плотина; здание ГЭС, совмещенное с водосбросом. Водохранилище состоит из речной части и подпертого на 1 м озера Байкал

План Иркутского (Байкальского) и Братского водохранилищ



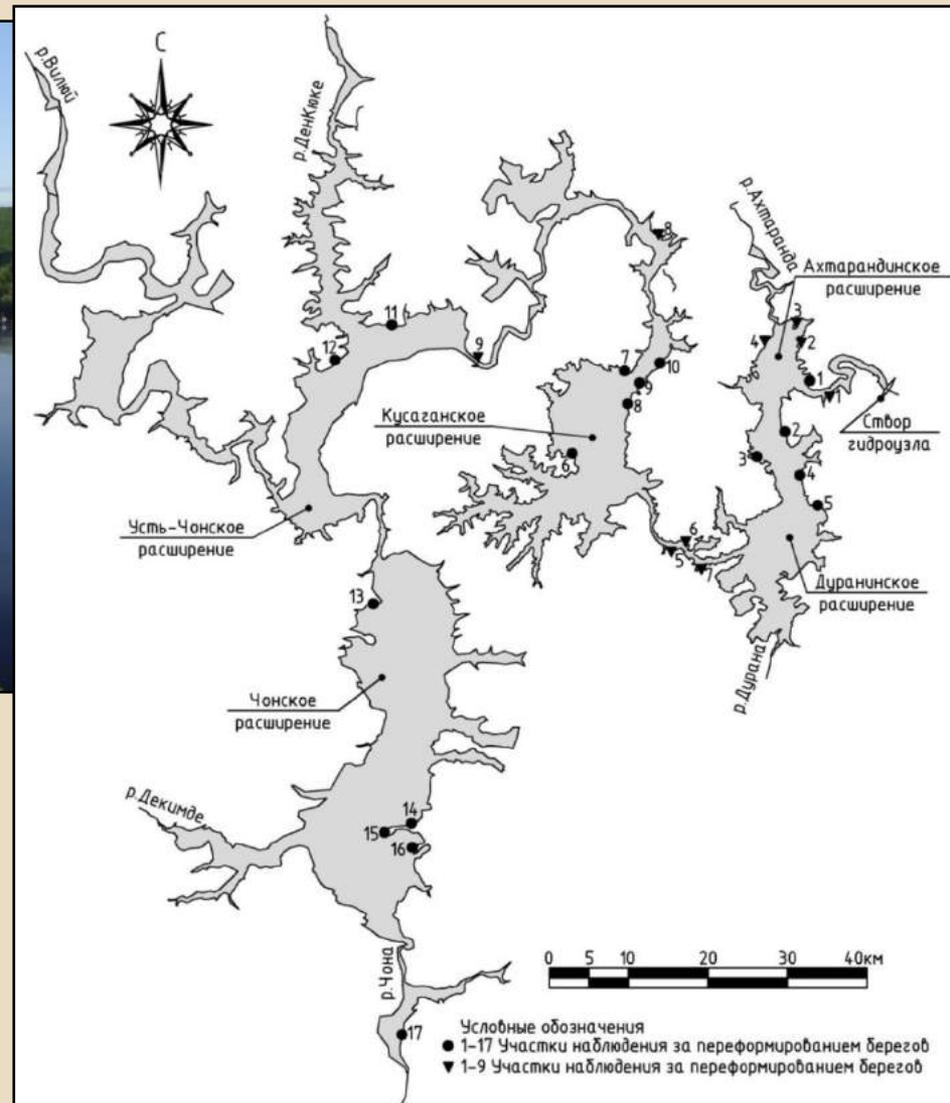
Братская ГЭС на р. Ангаре мощностью 4500 МВт – мировой лидер по выработке электроэнергии: за период временной эксплуатации 1961 – 1967 гг. она выработала 64 млрд. кВт·ч электроэнергии, стоимость которой превысила затраты на сооружение ГЭС, а к 50-летию со дня пуска (2011 г.) выработка составила 1 трлн. 40 млрд. кВт·ч



Саяно-Шушенская гидроэлектростанция – самая мощная ГЭС в России (6400 МВт), ее водохранилище в приплотинной части и в верховье



Вид с левого берега на приплотинную часть водохранилища



Годы строительства гидроузла 1961–1969.
 Мощность вечной мерзлоты 300 – 500 м.
 Высота плотины 75 м.
 Площадь зеркала водохранилища 2360 км².
 Полный объем водохранилища 40,4 км³.
 Категория водохранилища – очень большое.

Вилуйское водохранилище на р. Вилуй – первое водохранилище энергетического назначения в области сплошной вечной мерзлоты



ГЭС – I (на правом берегу) и ГЭС – II (на левом берегу) в Вилюйском гидроузле на р. Вилуй. Соответственно: годы строительства 1961 – 1969 и 1967 – 1976; установленные мощности 308 и 340 МВт

В настоящее время в 93 странах мира строятся ГЭС общей установленной мощностью 172 млн. кВт. Почти половина строящейся мощности приходится на Китай.

Страны, в которых в 2012 г. в строительстве находилось более пяти энергетических гидроузлов с плотинами выше 60 м [ГС №1, 2013]:

Вьетнам	22	Япония	15
Индия	8	Марокко	7
Иран	55	Греция	6
Китай	91	Испания	8
Малайзия	5	Италия	5
Мьянма	7	Мексика	5
Саудовская Аравия	5	Бразилия	6
Турция	26	ВСЕГО	271



Самая мощная в мире ГЭС «Три ущелья» на р. Янцзы в Китае: введена в эксплуатацию в 2011 г.; плотина бетонная длиной 2331 м и высотой 181 м; напор 113 м; два приплотинных здания ГЭС общей мощностью 22500 МВт

План (генеральная схема) пуска гидроэлектростанций с установленной мощностью более 300 МВт в России

Достройка

Бурейская	1000 МВт, 2015 г.
Богучанская	3000 МВт, 2015 г.
Усть-Среднеканская	570 МВт, 2020 г.
Светлинская	360 МВт, 2020 г.

Новое строительство

Нижнеангарская	1082 МВт, 2030 г.
Мокская	1200 МВт, 2025 г.
Нижнебурейская	320 МВт, 2020 г.
Граматухинская	400 МВт, 2025 г.
Канкунская	1200 МВт, 2030 г.

[ГС №1, 2011 г.]



Строительство Нижнебурейской ГЭС на р. Буре

ГЭС в пустыне Сахара

В пустыне Сахара на земле Египта в 80 км от Средиземного моря находится котловина Каттара размерами 300x200 км с отметкой дна на 135 м ниже уровня моря. Стока котловина не имеет.

Концепция проекта (1970 –е гг.):

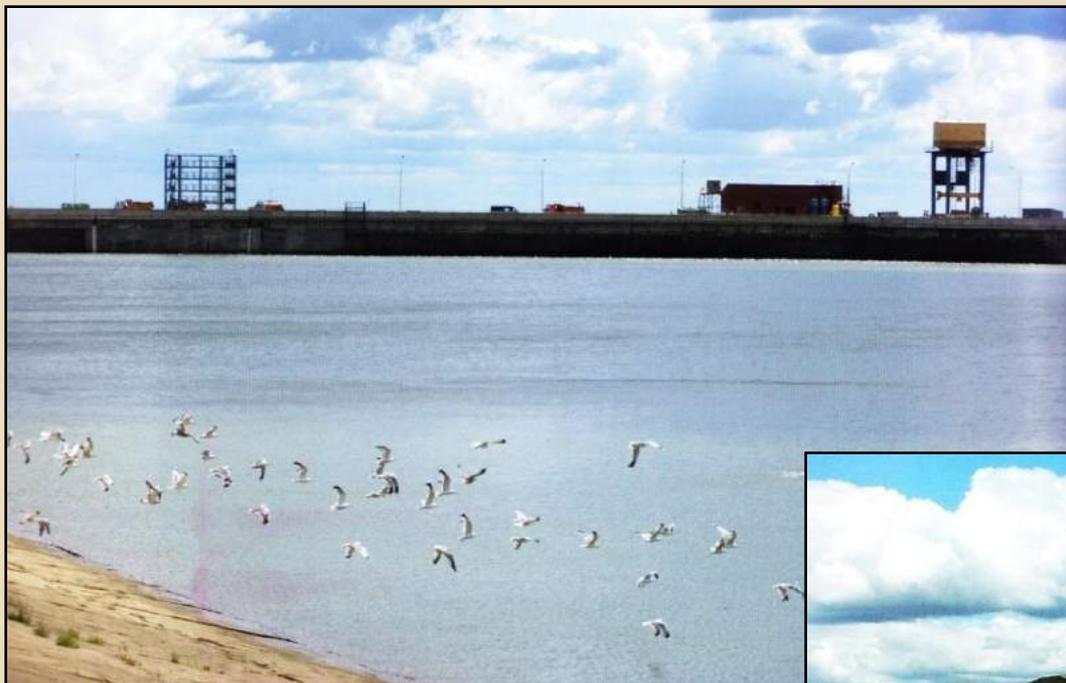
От Средиземного моря до котловины прорыть канал, на спуске в котловину построить ГЭС мощностью до 8 млн. кВт. При расходе $650 \text{ м}^3/\text{с}$ котловина заполнится через 30 – 70 лет, образуется водоем площадью 121000 км^2 с уровнем воды на 60 м ниже уровня моря. Дальше уровень воды не будет подниматься, поступающая вода будет испаряться в объеме 19 млрд. $\text{м}^3/\text{год}$. ГЭС сможет работать неопределенно долго.



Схема котловины Каттара

Гидроаккумулирующие электростанции (ГАЭС)

Для суточного регулирования мощностей энергосистем наряду с ГЭС эффективны гидроаккумулирующие электростанции (ГАЭС). Сегодня в Подмоскowie работает Загорская ГАЭС ($N_{\text{у}} = 1200 \text{ МВт}$), построенная в 1980 – 2000 гг., и с 2007 г. строится Загорская ГАЭС – 2 (840 МВт).



а

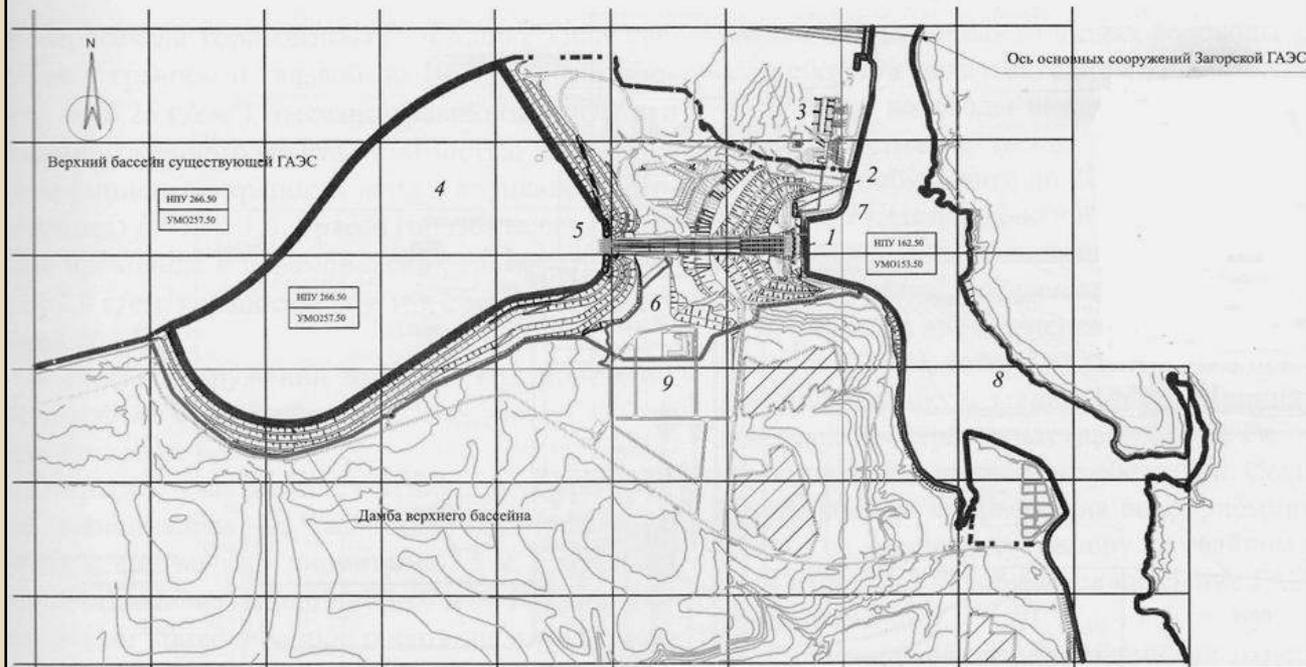
б



Бассейны Загорской ГАЭС:

а – верхний : НПУ = 266,5 м, полный объем 29,9 млн. м³, полезный объем 22,7 млн. м³;

б – нижний на р. Куньей: НПУ = 162,5 м, полный объем 49,5 млн. м³, полезный объем 34,6 млн. м³



- 1 – здание ГАЭС, площадка трансформаторов;
- 2 – котельная;
- 3 – распределительное устройство 500кв;
- 4 – верхний бассейн;
- 5 – водоприемник;
- 6 – водоводы;
- 7 – реверсивный канал;
- 8 – нижний бассейн;
- 9 – хоздвор

План сооружений Загорской ГАЭС – 2 и строительство верхнего бассейна



Утилизация водной энергии малых рек

В Китае, являющемся мировым лидером по суммарной мощности ГЭС, мощность малых ГЭС к 2013 г. составляла 65000 МВт, что превышает суммарную мощность всех ГЭС России.



Потенциальные гидроэнергоресурсы малых рек России (длиной менее 200 км) оцениваются величиной 44,5 млн. кВт или 390 млрд. кВт·ч. К малым гидроэлектростанциям (МГЭС) в нашей стране относят станции с установленной мощностью от 0,1 до 30 МВт [ГОСТ Р51238 – 98].

Преимущества малых ГЭС по сравнению с крупными:

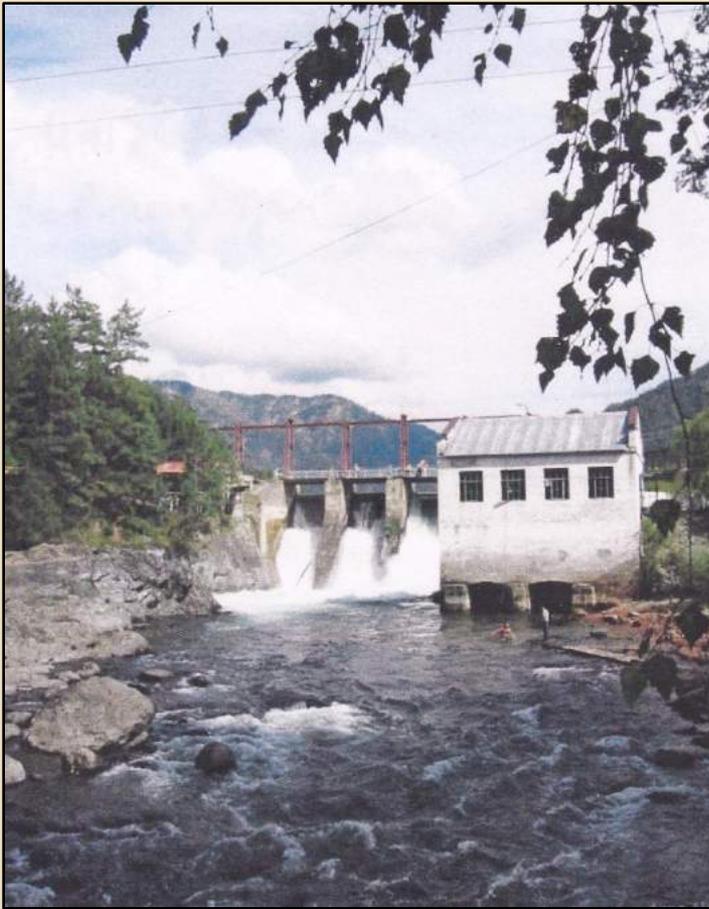
- более низкая абсолютная капиталоемкость, более короткий инвестиционный цикл, меньший срок ввода в эксплуатацию, близость к потребителям электроэнергии;
- воздействия на природную среду менее глобальны.

В 1950 – х гг. на малых реках страны эксплуатировалось свыше 6 тыс. малых гидроэлектростанций (МГЭС). В начале XXI в. их действует около 300 общей мощностью примерно 1 млн. кВт.



Река Пьяна в Нижегородской области: на реке с 1951 г. действует Ичалковская МГЭС; имеется схема использования водной энергии каскадом из 5 гидроэлектростанций с русловыми водохранилищами

а



б



Низконапорные энергетические гидроузлы:
а – Чемальский на р. Чемал – притоке р. Катунь, построен в 1935 г., мощность ГЭС 400 кВт;
б – на р. Шелонь в бассейне р. Волхов (заброшен, водохранилище спущено)

Каскад Толмачевских малых ГЭС на р. Толмачева на Камчатке

Головное водохранилище – подпертое плотиной на 12 м оз. Толмачева: площадь 44,3 км²; полный/полезный объемы 251/138 млн. м³.

Мощности ГЭС:

№1 – 2 МВт (пуск в 1999 г.);

№2 – 24,8 МВт (пуск в 2012 г.)

№3 – 18,4 МВт (пуск в 2001 г.).



Озеро Толмачева – головное водохранилище каскада



Подпорная плотина и МГЭС – 1

Приливные электростанции (ПЭС)

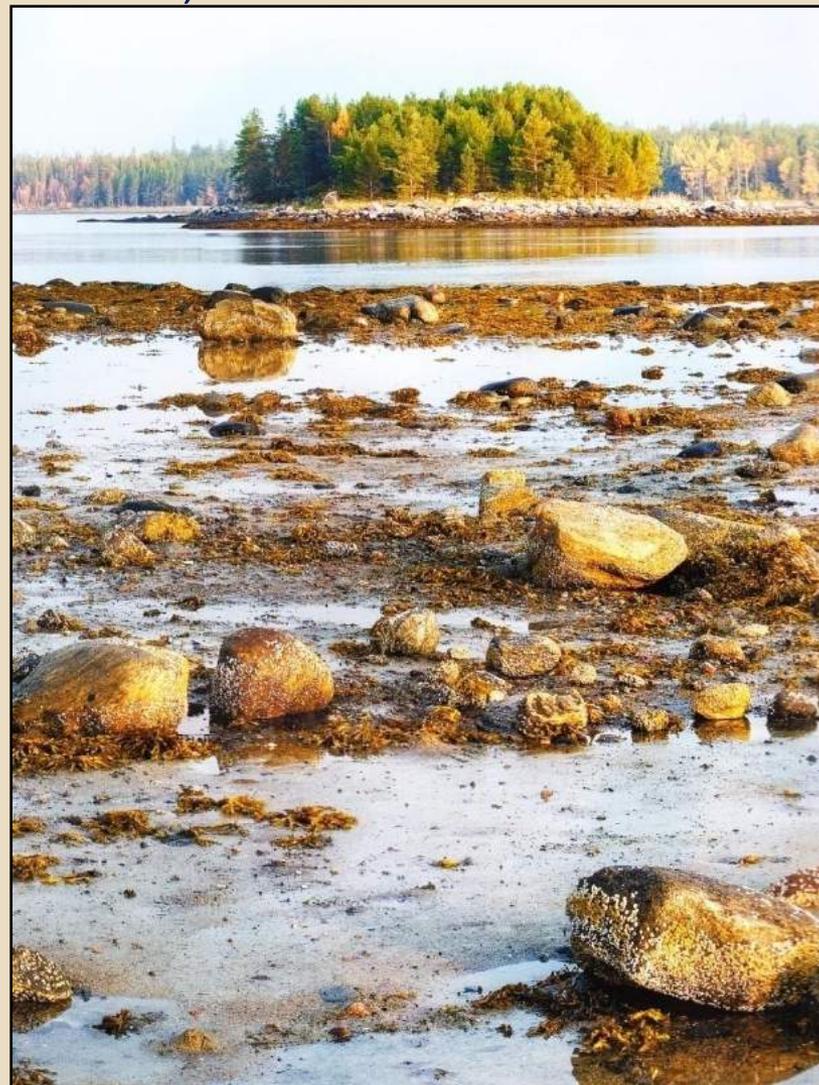
Теоретический потенциал приливной энергетики в России составляет 210,6 млрд. кВт·ч, в т.ч. В Европейской части – 40,6 и в Азиатской части – 170 млрд. кВт·ч/год.

Высота приливов:

Баренцево море до 7 м;

Белое море до 10 м;

Охотское море 11 – 13,5 м.



Приливно-отливные явления на Белом море: обнаженная отливом каменистая литораль берега Кандалакшского залива с видом на о. Великий

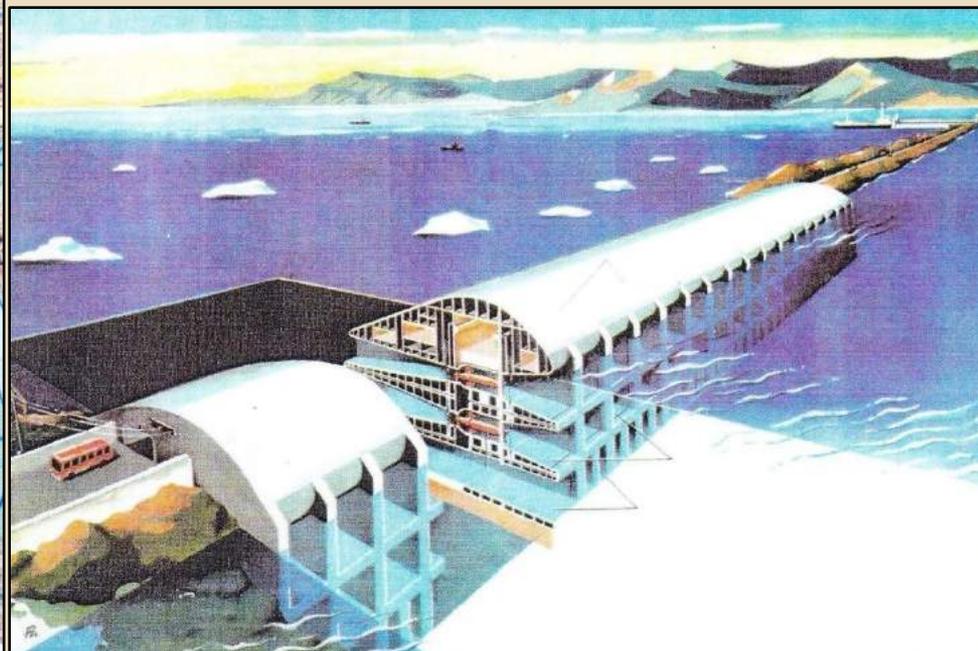


Опытная Кислогубская ПЭС в Мурманской области:
водохранилище – губа Кислая Баренцева моря, площадь 1,1 км², глубина 35м;
амплитуда прилива-отлива 7 м;
год постройки ПЭС – 1968;
мощность – 0,4 МВт;
выработка электроэнергии – 1 млн. кВт·ч/год.

а



б



Пенжинская ПЭС на Охотском море (проект 1990 –х гг.):

а – Пенжинская губа и створ ПЭС; б – проектный вид ПЭС; высота прилива 13,5 м; площадь отсекаемого от моря залива –водохранилища 6800 км³; длина плотины 72 км; мощность ПЭС 87400 МВт

Геотермальные электростанции (ГеоЭС)

Используют высокотемпературную пароводяную смесь, добываемую в подземных месторождениях (обычно из подножий вулканов). В России открыто 56 геотермальных месторождений.



Мутновская геотермическая электростанция на Камчатке: завершена строительство в 2003 г.; мощность 50 МВт; пароводяная смесь с температурой 300°С на станцию поступает из 14 скважин глубиной 900 – 2250 м

Использование водных объектов для водного транспорта и лесосплава

Протяженность путей сообщения в разных странах

Страна	Территория, тыс. км ²	Протяженность путей сообщения, тыс. км		
		Железные дороги	Водные пути	Автомобильные
Россия	17 075,0	87,80	102,00	1 145,00
Китай	2 500,0	71,90	140,00	3 500,00
Япония	377,9	23,67	1,77	1 152,21
Германия	357,0	39,00	7,50	731,50
Турция	750,6	8,70	1,20	426,91
Франция	547,0	29,37	8,50	950,99
Италия	301,2	35,50	0,0	303,52
Испания	504,8	14,59	0,11	328,00
Канада	9 976,1	48,07	0,64	1 042,30
Швеция	450,0	11,53	2,05	424,95

Протяженность внутренних водных путей в России больше, чем во многих других странах.

На начало XXI в. в России используется для судоходства 101,7 тыс. км внутренних водных путей, из которых 43 тыс. км имеют гарантированные габариты судового хода, а 16,7 тыс. км – это искусственные водные пути. Они обеспечивают перевозки грузов и пассажиров по воде в 68 субъектах Федерации, а также экспортно-импортные перевозки в 670 портов 45 зарубежных стран.

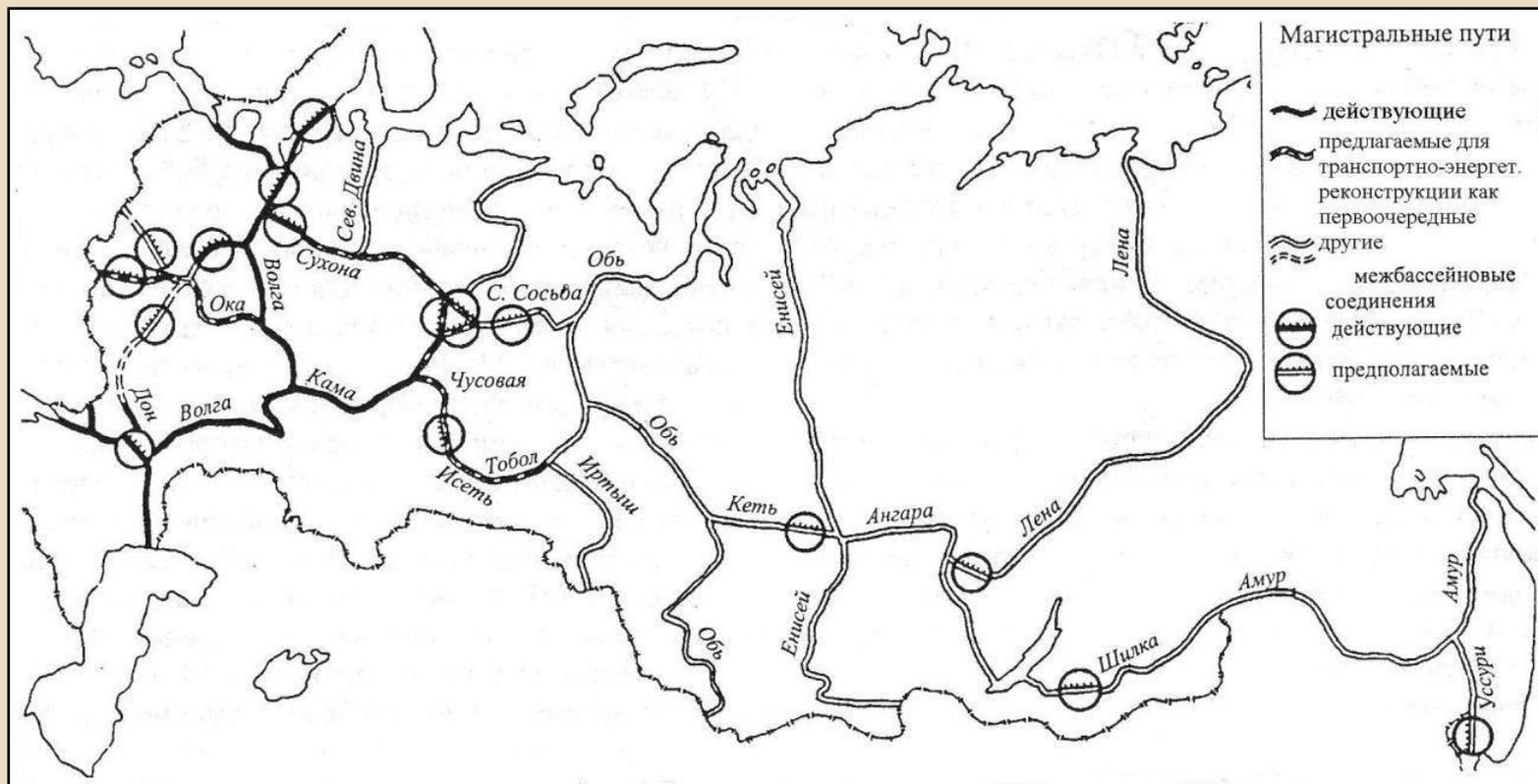


Схема главных глубоководных магистралей Российской Федерации



Рейсы судов типа «река – море» из Волжского речного бассейна в морские порты

Внутренний водный транспорт включает речной флот и необходимую инфраструктуру для его обслуживания.

Речной флот России насчитывает 31512 судов различного назначения, из них 720 судов типа «река – море» (2007 г.).

Особенность водного транспорта как водопользователя в том, что он не потребляет воду как вещество, а использует ее как среду, т.е. предъявляет лишь режимные требования.

Внутренний водный транспорт используется для перевозок на большие расстояния крупнотоннажных массовых грузов: угля, нефти, леса, зерна, контейнеров, стройматериалов и т.д.

Показатели работы грузового речного флота России

Год	1995	2000	2005	2007
Перевезено грузов, млн т	144,9	116,8	134,2	153,4
Грузооборот, млрд тонно-километров	90,9	71,0	87,2	86,0



а

б

Транспорты с углем на
р. Лене (а) и со щебнем
в Шекснинском водохранилище
(б) Волго-Балтийского водного
пути





Танкеры «Ленанефть» - основной тоннаж для завоза нефтепродуктов по р. Лене на Север страны

По внутренним водным путям России осуществляются дальние туристические и местные пассажирские рейсы.

Показатели работы пассажирского флота России

Год	1995	2000	2005	2007
Перевезено пассажиров, млн человек	26,8	27,7	20,7	21,5
Пассажирооборот, млрд пассажиро·км	1,1	0,95	0,88	0,96



Туристические теплоходы на р. Неве в г. Санкт-Петербурге, 2012 г.



Теплоходы на подводных крыльях «Метеор» у причалов на Онежском озере в г. Петрозаводске. 2012 г.

Особым видом транспортного водопользования является лесосплав. Из 100 млн. м³/год заготавливаемой древесины до 30 % доставляется потребителям водным путем.

Так, например, протяженность сплавных путей по рекам Ангаре и Енисею составляет 3000 км. Древесина сплавляется в плотях и кошелях с использованием судовой тяги. В 2006 г. объем сплава древесины в Красноярском крае превысил 3 млн. м³.



Плотовый сплав древесины по р. Енисею предприятиям г. Лесосибирска, 2006 г.



Кошельный сплав древесины

Некоторая часть древесины перевозится в судах.



Судно груженое лесом в речном участке Нижне - Свирского водохранилища

Самый большой недостаток внутреннего водного транспорта – сезонность перевозок. Так, длительность навигации на р. Волге 7 – 8 месяцев, на р. Северной Двине 5 – 6 месяцев, на р. Лене не более 5 месяцев.



Ледяной покров р. Лены

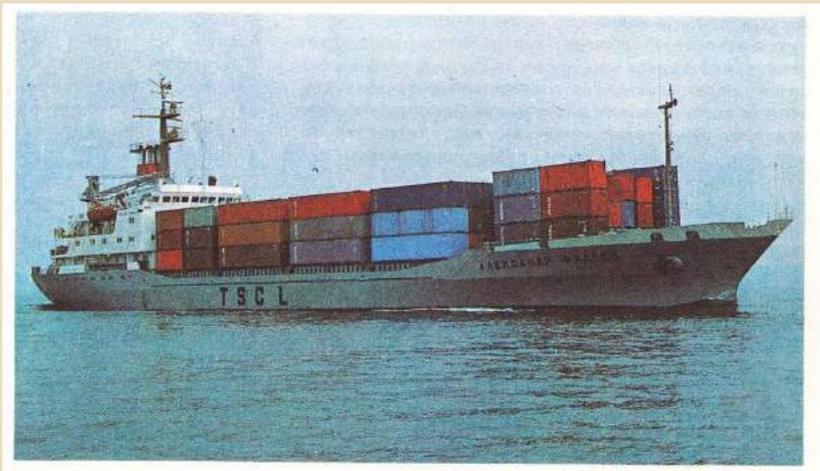
Другие недостатки: несовпадение в некоторых районах сети водных путей с основным направлением грузопотоков; изолированность речных бассейнов; малые глубины на незарегулированных участках рек; неустойчивость судовых фарватеров.

Многие из перечисленных недостатков внутренних водных путей устраняются строительством каналов и созданием водохранилищ.



Судоходный канал по рукаву Бахтемир в дельте р. Волги до Каспийского моря
(участок близ г. Астрахани)

Грузоперевозки по морям осуществляются морскими судами и судами смешанного плавания « река – море».



Контейнеровоз плавания «река-море» вместимостью до 300 контейнеров



Танкер – виновоз грузоподъемностью 5000 т

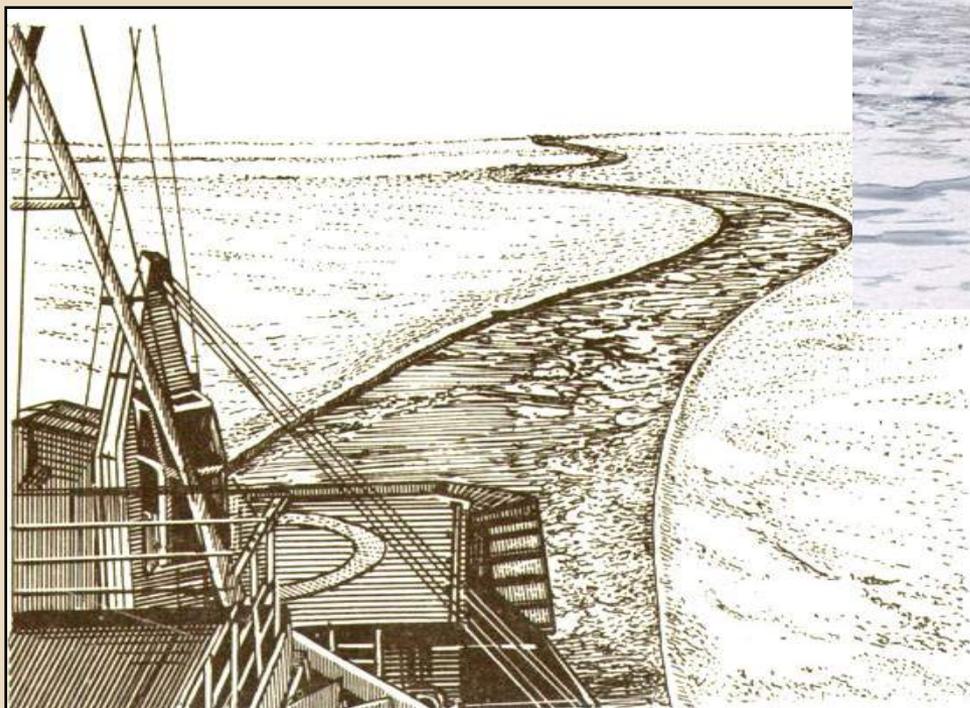


Танкер – газовоз для морских перевозок сжиженного газа



Танкер «Волгонефть» плавания «река – море» грузоподъемностью 5000 т

Продление навигации на период ледостава осуществимо с помощью ледоколов



Проводка атомными ледоколами «Арктика» и «Вайгач» каравана судов по Северному морскому пути

Специальная форма носа ледокола, разработанная в ААНИИ, обеспечивает практически чистый канал во льду

Использование водных объектов для рыбного промысла и рыбоводства

Среди рыб различают три основные группы:

рыбы проходные – заходящие на нерест из морей в реки – осетр, севрюга, белуга, калуга, шип, стерлядь, семга, кета, горбуша, нерка, чавыча, **сельдь**, минога, угорь и др.;

рыбы полупроходные – заходящие на нерест из низовий рек вверх по течению – рыбец, чебак, вобла, ряпушка и др.;

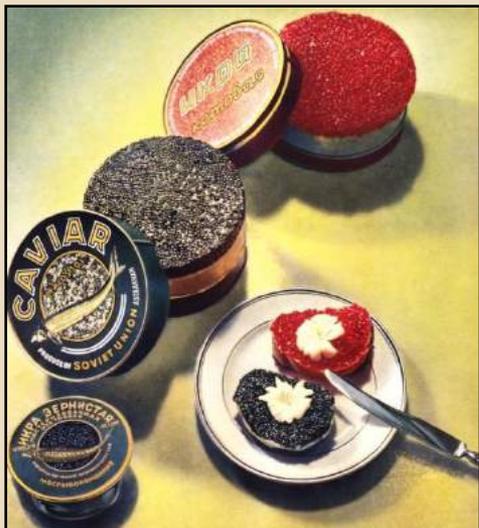
рыбы речные и озерные – окунь, щука, лещ, сазан, судак, таймень, хариус, сиг, муксун, пыжьян, ряпушка, пелядь, чир, тугун, омуль, форель и др.



Нерестовый ход нерки на Камчатке
(В.М. Песков)

Справка. Лучшие из сельдей – жупановская (камчатская), олюторская, керченская, каспийский залом (черноспинка), полярный залом, беломорская, волжская (астраханская), каспийский пузанок.

Рыбы, как источник пищевого белка, являются ценным продуктом питания, а некоторые их виды – деликатесом.



Черная (осетровая) и красная (кетовая) икра



Соленый бочковой и закопченный ленский омуль Якутского рыбозавода



Селедка. Художник К.С. Петров –Водкин. 1918 г.

Тенденция увеличения потребления рыбных продуктов на душу населения в России

Страна	Морепродукты, кг/чел. в год		Пресноводные рыбы, кг/чел в год	
	1994 г.	2000 г.	1994 г.	2000 г.
Финляндия	35,4	32,1	5,8	8,5
Франция	30,0	31,2	2,8	3,6
Россия	12,1	19,4	2,8	3,6
Нидерланды	13,6	20,6	1,6	1,6

Внутренние рыбопромысловые бассейны

Россия располагает самым крупным в мире федеральным фондом внутренних рыбохозяйственных водотоков и водоемов: 200 тыс. км рыбопромысловых участков рек; 22,5 млн. га озер; 4,3 млн. га водохранилищ; 1 млн. га сельхозводоемов; 142,9 тыс. га прудов.

Улов рыб во внутренних морях, реках, озерах, водохранилищах и производство в товарных хозяйствах, тыс. т

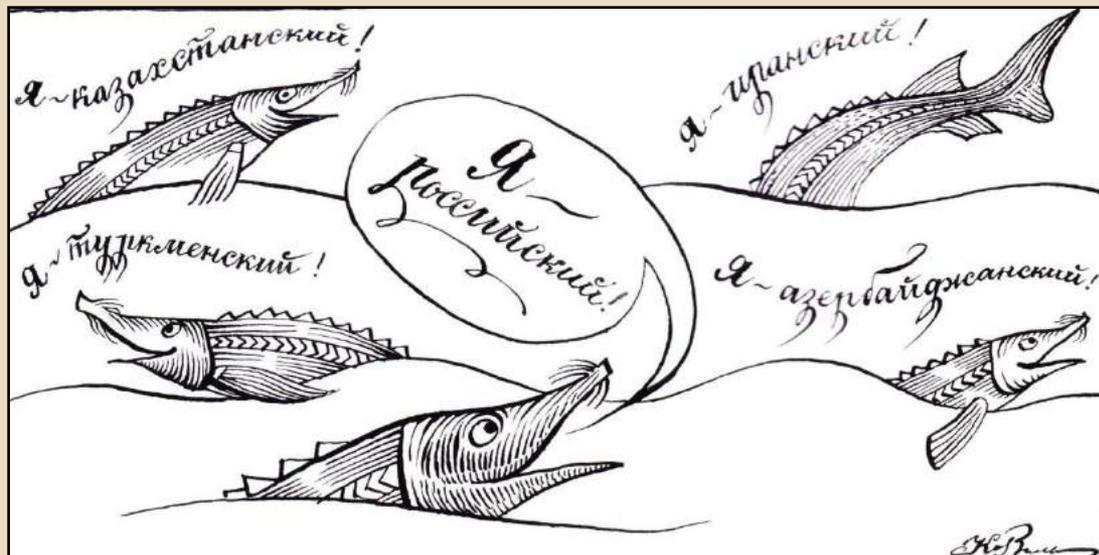
Годы	1998	2000	2005	2007
Каспийское море	156,2	170,1	63,7	55,9
Азово-Черноморский бассейн	8,2	25,8	33,0	22,4
Реки, озера, водохранилища	53	44,9	72,0	66,5
Товарное рыбоводство	34,2	50,9	–	105,2
Всего	251,6	291,7	–	250,0

Самовосстанавливающиеся рыбные запасы во внутренних водах – государственный продовольственный резерв

■ Каспийское море.

Уникально запасами осетровых рыб, из которых России принадлежит около 40 %.

С 2006 г. промышленная добыча осетровых рыб Россией прекращена.

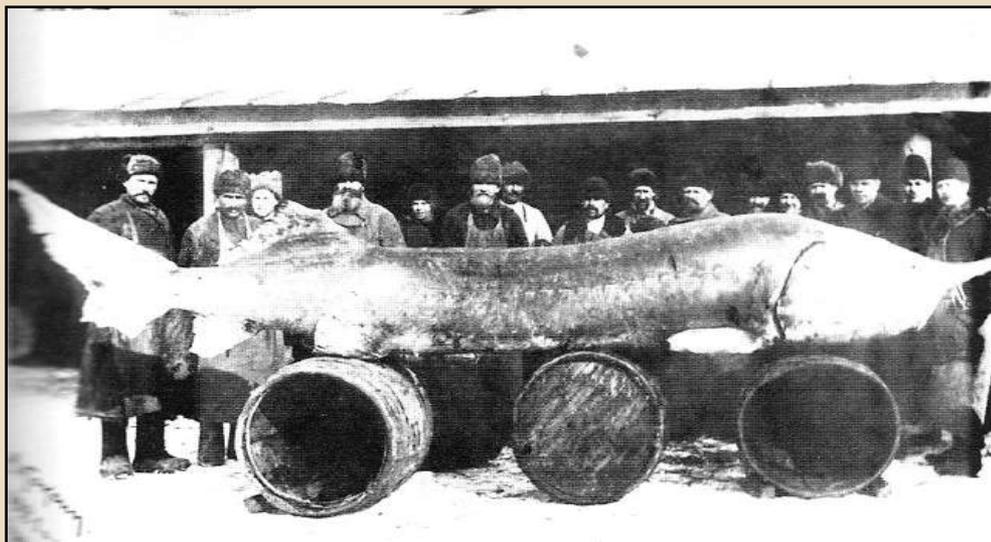


Национализация каспийских осетров

■ Река Волга.

Промышленный вылов осетровых рыб в Волго-Каспийском районе, тыс. т:

1900 г.	22,6	1950 г.	10,7
1910 г.	18,1	1960 г.	7,1
1920 г.	1,4	1970 г.	10,7
1930 г.	8,5	1980 г.	16,3
1940 г.	3,6	1990 г.	11,3
1945 г.	1,3	1995 г.	2,2



Белуга, пойманная рыболовецкой бригадой в р. Волге у г. Тетюши. 1921г.

■ **Река Урал.** Имеет до сих пор значительные стада осетровых, в т.ч. белорыбицы.

В XIX в казаки – уральцы рыбные угодья берегли: из реки в нерест не поили лошадей; казака, который плюнул в реку, «без милосердия» били, а затем он неделю отбивал по 700 поклонов в день, стоя по колено в воде.

Большие естественные рыбные запасы имеют:

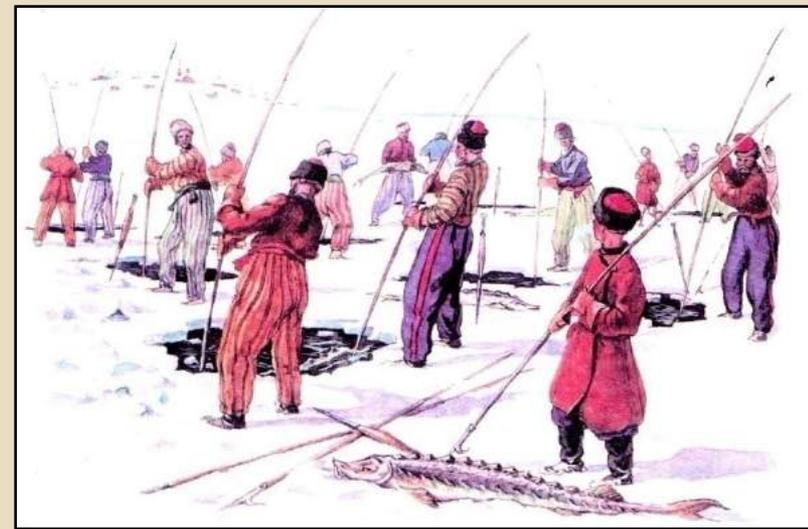
■ **Азово-Донской промысловый бассейн.**

■ **Обь-Иртышский бассейн.**

■ **Бассейн р. Енисея.**

■ **Бассейн р. Лены:** объекты лова – нельма, муксун, омуль, ряпушка, таймень, чир, пелядь, отчасти осетровые; рыбные продукты – пупки (брюшки рыб в соленом виде), юкола и хах (соответственно вяленая и копченая рыба с удаленной головой и позвоночником), строганина, балыки, икра.

■ **Реки северо-востока России.**



Багрение осетров, скопившихся в ямах на дне р. Урала, казаками Уральского войска. Рисунок с фотографии конца XIX в.



Рыболовство в реке Жупанова на Камчатке (В.М. Песков)

Рыбохозяйственное использование водохранилищ

Известно, что рыбы комфортно чувствуют себя только в воде. Больше воды – больше рыб. Уловы рыб в водохранилищах возрастают по сравнению с уловами на этих же участках рек до зарегулирования.

Официальные данные о вылове рыб в водохранилищах Волжского каскада [4, 511, 77, 96, 409]

Водохранилище	Годы заполнения	Годовые уловы рыб, т						
		в реке до заполнения водохранилищ	в водохранилищах					
			1960 г.	1970 г.	1980 г.	1990 г.	2000 г.	2005 г.
Иваньковское	1937	30	464	310	259,8	261,8	190	229
Угличское	1940	–	112	230	390,5	218,4	140	43
Рыбинское	1941 – 1947	500	4200	2493	2243,4	2272,9	1448	1041
Горьковское	1955 – 1957	260	–	539	381,3	598,6	391	254
Чебоксарское	1981	–	–	–	–	519,2	371,8	323
Куйбышевское	1955 – 1957	1500	3727	3998	4122,1	5434	2854	2114
Саратовское	1967 – 1968	–	–	114	867,3	1866	535	712
Волгоградское	1958 – 1960	2000	940	3140	2685,8	4156	972	1830
ВСЕГО			8503	10824	10950	15347	6902	6546

Наиболее распространенная рыбопродуктивность водохранилищ 15 – 30 кг/га. В 1986 – 1990 гг. среднегодовой вылов рыб из водохранилищ России составил 68,7 тыс. т, или 1/3 ежегодного улова из пресноводных водоемов.

Режимные требования рыбохозяйственного использования водохранилищ:

- не допускать снижения уровня водохранилища в периоды нереста рыб;
- сработка уровня в зимний период должна быть плавной со скоростью не более 5 см/сутки, чтобы рыбы успевали уйти из зимовальных ям;
- не допускать техногенного загрязнения водохранилищ.



Рыбы, погибшие зимой 1976 г. в Воронежском водохранилище в результате сброса загрязняющих веществ близлежащими заводами (В.М. Песков)

Искусственное разведение рыб

Отрасль представляют:

- рыбоводные заводы, выпускающие сеголеток в естественные водные объекты;



Рыбопитомник в акватории Майнского водохранилища на р. Енисее



Зарыбление р. Енисея мальками осетра, лосося и сига

В общей сложности в 2016 году в Горьковское и Чебоксарское водохранилища выпустили мальков различных рыб **в 11 раз больше**, чем в прошлом году.

394,785 тыс.
мальков рыб.



выпущено
в 2015 году.

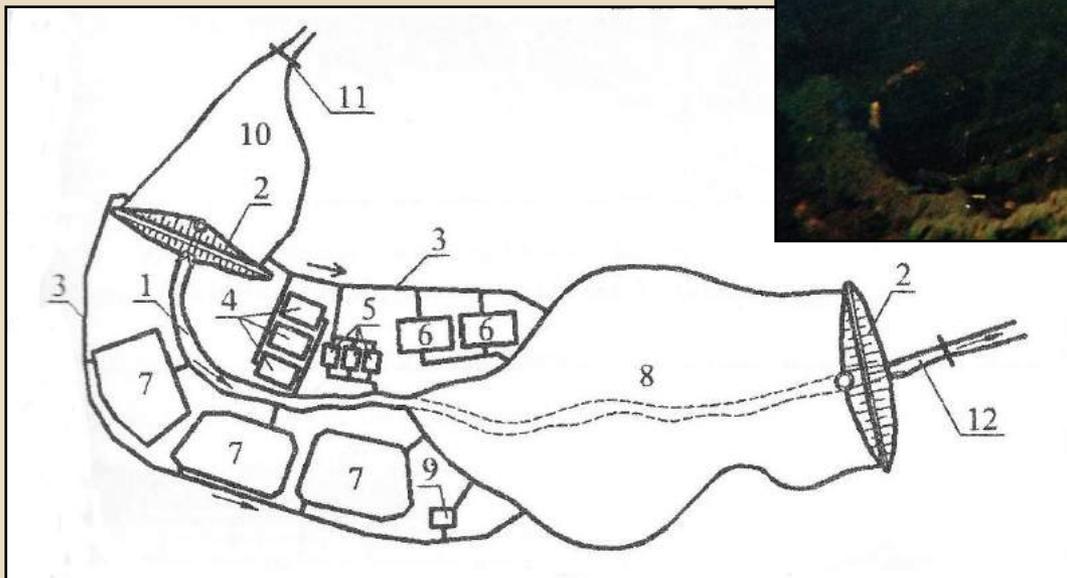
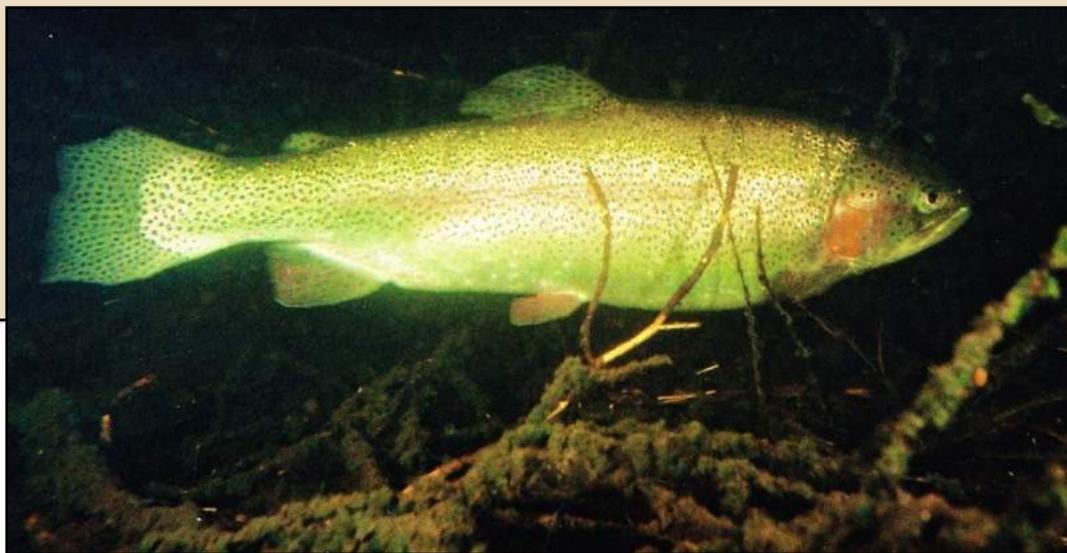
4 млн 510,873 тыс.
мальков рыб



за 9 мес.
2016 года.

(По данным Московско-Окского территориального управления Росрыболовства)

● озерные, прудовые, садковые рыбодонные хозяйства, производящие товарных рыб.



Прудовая форель

Схема полносистемного рыбодонного хозяйства:
1 – река; 2 – земляные плотины; 3 – магистральные каналы; 4 – нерестовые пруды; 5 – зимовальные пруды;
6 – летние нерестовые; 7 – выростные пруды;
8 – нагульный пруд; 9 – карантинный пруд;
10 – водозаборный (головной) пруд;
11 – верховина; 12 – рыбоуловитель

Морской рыбный промысел

Рыбное хозяйство России включает ведение рыболовства на акватории Мирового океана и окраинных морей. Массовые промысловые виды морских рыб: треска, пикша, сельдь, минтай, хек, морской окунь и др.



Малый морской рыболовный траулер:
водоизмещение 150 – 300 т; длина 30 – 55 м



Свежая треска на льду

Использование водных объектов для добычи полезных ископаемых

В берегах и руслах рек, также со дна водохранилищ, ввиду удобной организации транспорта ведется **добыча нерудных строительных материалов.**



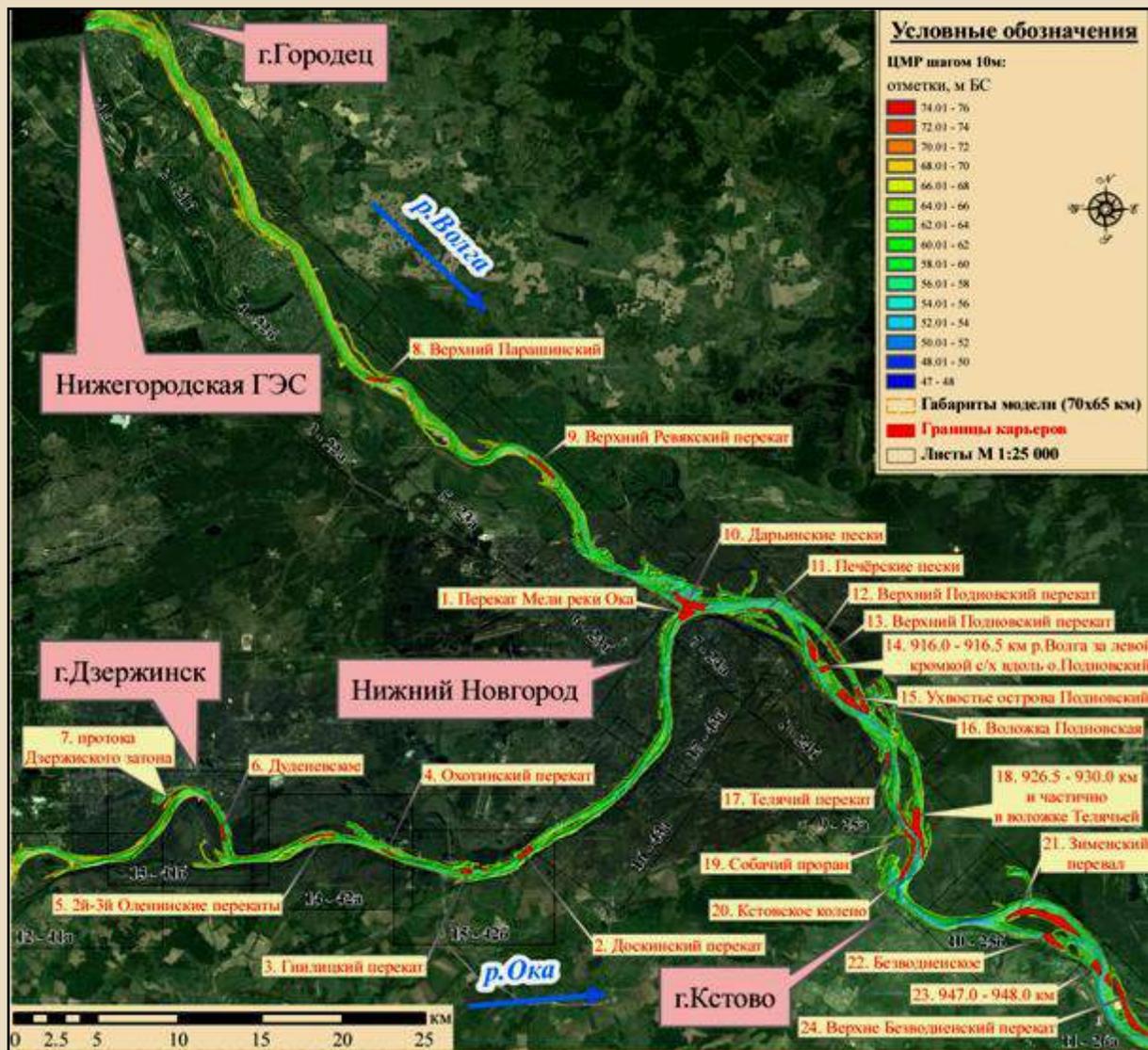
Старые горные выработки по добыче палыгорскита в правом берегу р. Волги у пос. Тетюши, затопленные Куйбышевским водохранилищем:
палыгорскит (горное дерево) – минерал белого или серого цвета с желтоватым оттенком, применяющийся как тепло- и звукоизоляционный материал в строительном деле



Карьер известняка на правом берегу Саратовского водохранилища в Самарской луке у пос .Ширяево. 2013 г.



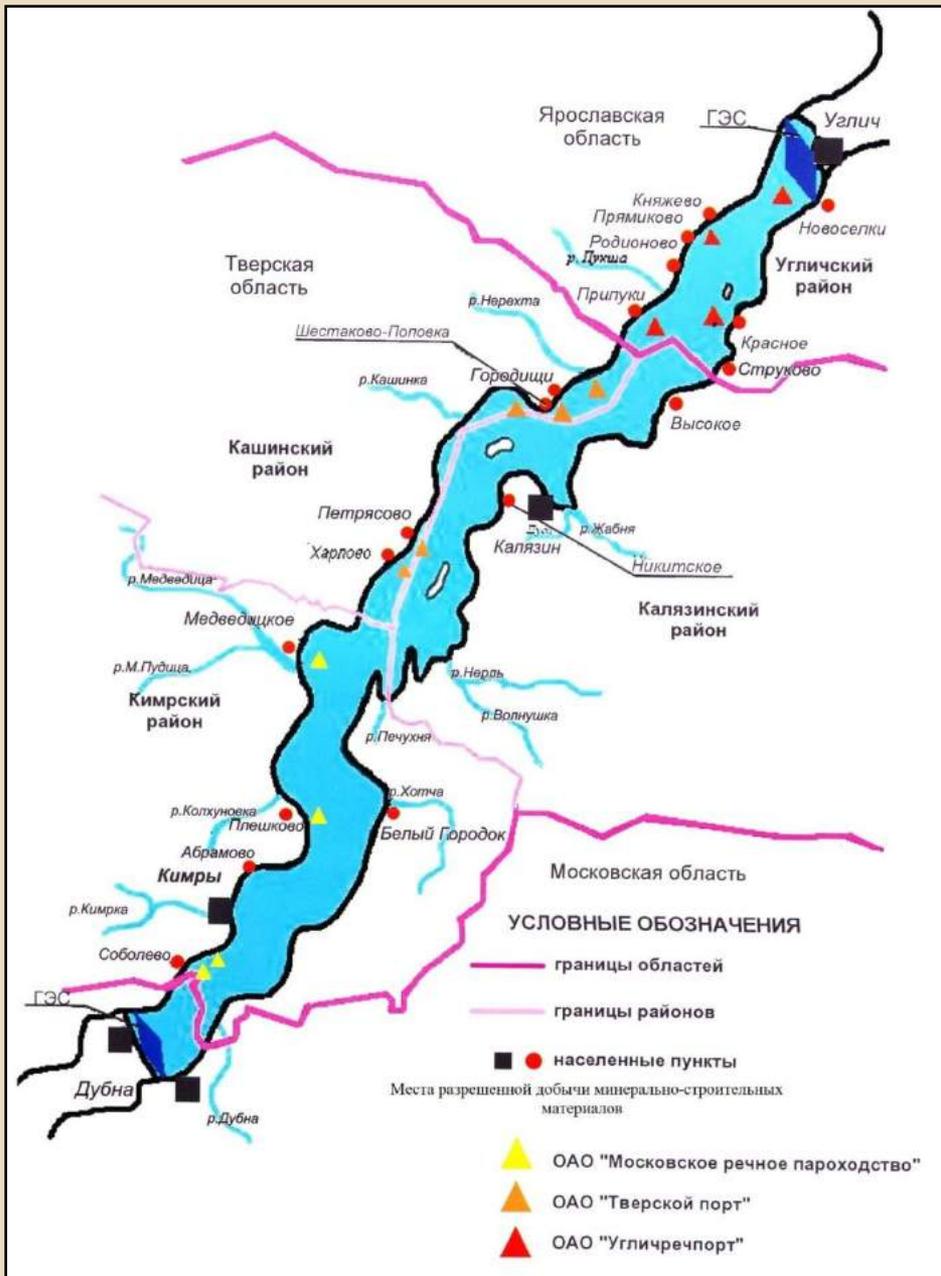
Река Белая (приток Кубани) в районе г. Белореченска. Последствия работ по выемке песка и гравия, многократно превышающей сток наносов. 2000 –е гг.



План участка рек Волги и Оки у г. Нижнего Новгорода с русловыми карьерами нерудных строительных материалов. 2000 –е гг.

Подводные карьеры обладают преимуществом перед наземными карьерами: они не нарушают природные ландшафты.

Места разрешенной добычи минерально-строительных материалов со дна Угличского водохранилища



Песок, добытый со дна Угличского водохранилища в буртах на берегу выше г. Калязина. 2008 г.

Промышленность нерудных строительных материалов по объему продукции в тоннаже лидирует в горнодобывающей промышленности страны.

В долинах рек Урала, Забайкалья, Южной Якутии, Крайнего Северо-Востока страны добывают **россыпное золото**.



Вода нужна для промывки золота и затопления дражных полигонов, для чего на водотоках устраивают временные плотины.



Золото: самородки «Трубка» массой 744,73г и «Дубовый лист» массой 91,25г, найденные на Урале и хранящиеся в Горном музее Санкт-Петербургского государственного горного института



Работа многочерпаковой драги с вместимостью черпака 120 л на дражном полигоне на севере Красноярского края

Прииск «Незаметный» (сейчас г. Алдан) в начале XX в.: за 1923 – 1925 гг. здесь добыто 350 пудов золота

Средний показатель годовой золотодобычи в мире на душу населения за последние 100 лет (1910 – 2010 г.) держится на одном уровне – 0,37 г/человека в год, т.е. добыча золота увеличивалась пропорционально росту населения планеты.

Добыча золота в 2010 г.

Всего в мире **2500 т,**

В том числе:

Китай 345 т,

Австралия 255 т,

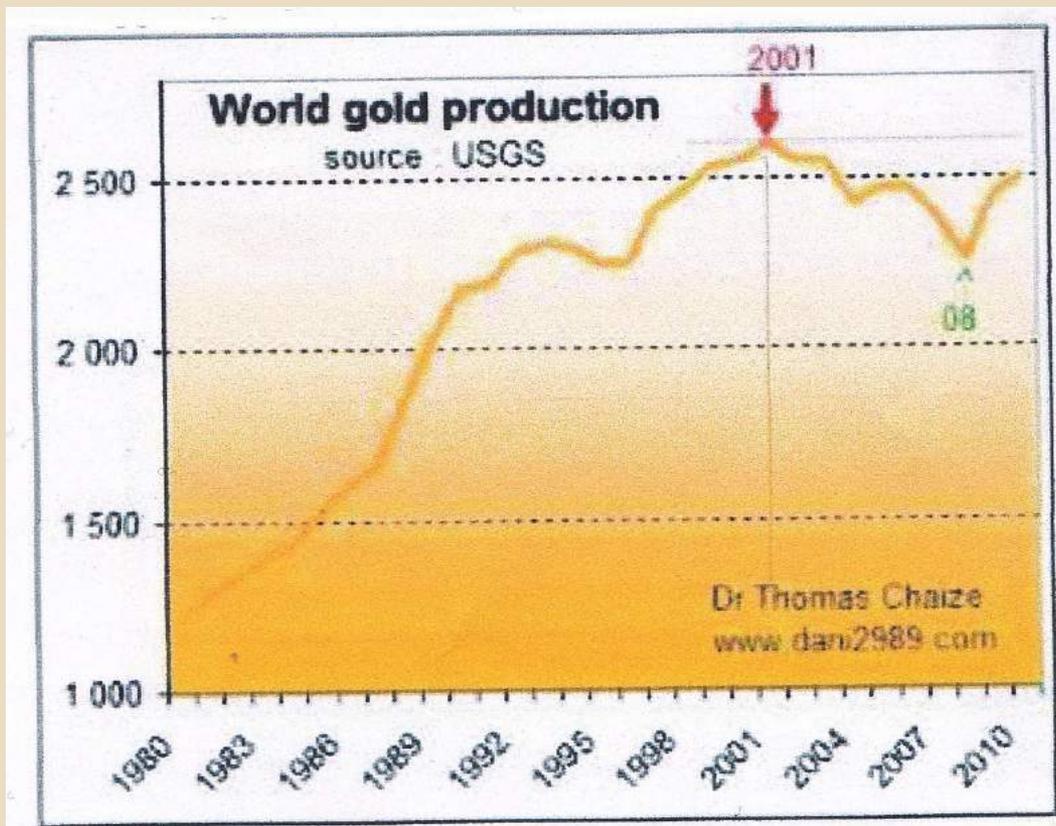
США 230 т,

Россия **190 т,**

Перу 170 т,

Индонезия 120 т,

Канада 90 т.



Мировая добыча золота, т/год

Согласно прогнозируемому количеству жителей планеты (2020 г. – 7,2 млрд. человек, 2030 г. – 8,2 млрд. человек) потребность в золоте составит в 2020 г. – 2083 т, в 2030 г. – 3034 т, но его добыча сократится из-за отсутствия золотых запасов хорошего качества. Однако, в России добыча золота увеличивается: 2015 г. – 255 т.

На побережье Балтийского моря в Калининградской области, где расположено самое крупное месторождение (90% мировых запасов), ведется **промышленная добыча янтаря** (3 т/сутки).

Извлечение 11 – кубовым экскаватором янтарной породы из карьера глубиной 30 – 60 м, размыв ее струей воды с направлением в промывочную камеру



Промывка янтарной породы водой с извлечением кусков янтаря

На российском шельфе Каспийского, Азовского, Черного, Баренцева, Печорского, Карского, Охотского морей ведется добыча нефти и газа.
Федеральной программой развития минерально-сырьевой базы России запланировано добывать на морском шельфе к 2020 г. 65 – 70 млн. т нефти и 135 – 140 млрд. м³ газа в год.



Обустройство нефтяного месторождения на шельфе Каспийского моря у г. Нефтяные камни с использованием эстакад с приэстакадными площадками на сваях (нефтедобыча здесь начата в 1935 г.)



Нефтедобывающая платформа ЛУН – А, построенная в сухом доке на территории порта «Восточный» в п. Врангель Приморского края, отбуксированная и установленная в 2005 г. на месторождении северо-восточного шельфа о. Сахалин в Охотском море на глубине около 60 м

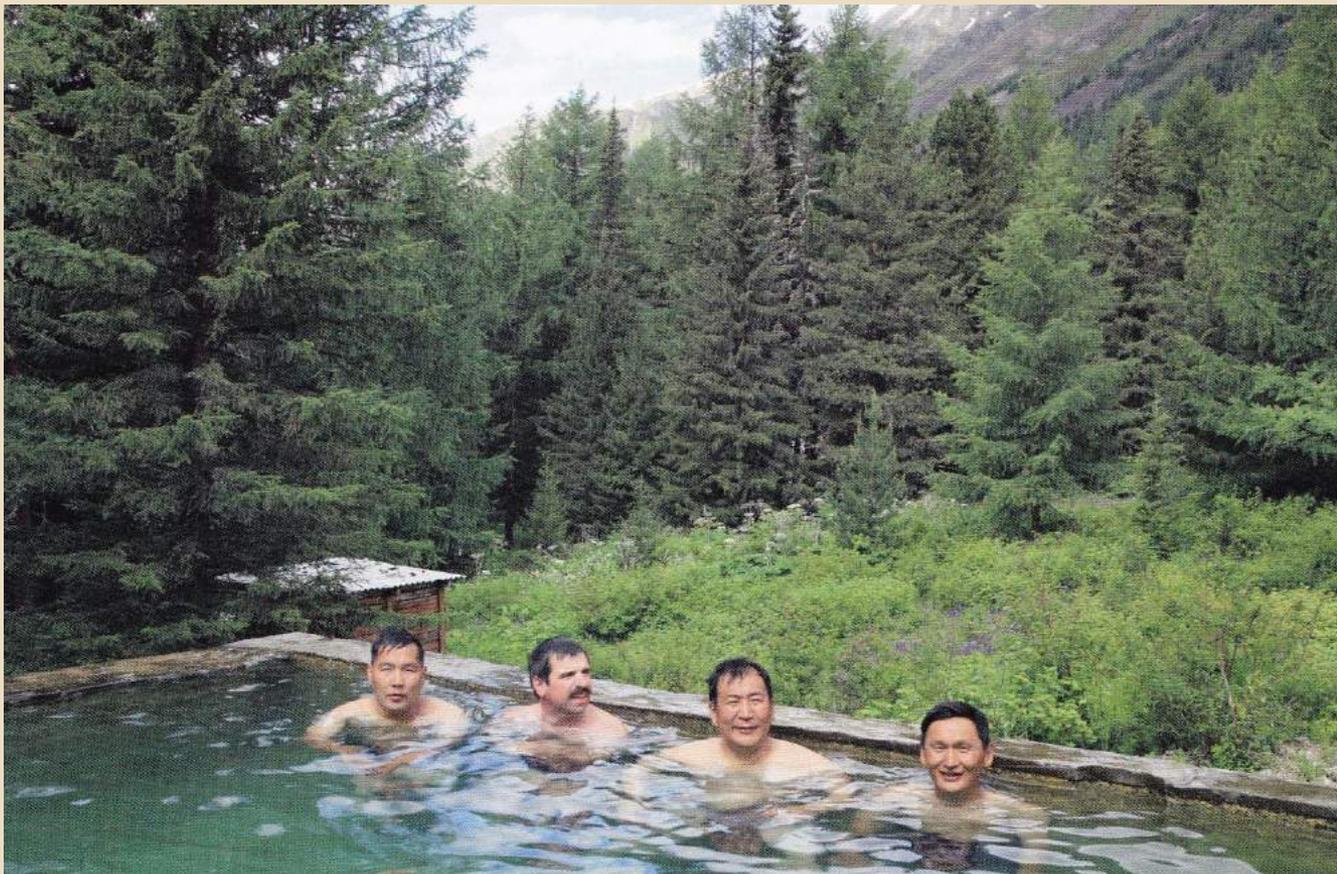
Имеются примеры устройства искусственных островов на водохранилищах для нефтедобычи.



Спецплощадки для нефтедобычи, связанные дамбой, на Нижнекамском водохранилище

Использование водных объектов для рекреации

Рекреация – отдых, восстановление сил человека, израсходованных в процессе труда.



Минеральные источники Хойтогол в Восточном Саяне (республика Бурятия) на высоте 1650 м над уровнем моря. Температура воды 28 – 34°C. Активно посещаются местными жителями.

Особая роль в организации отдыха принадлежит водохранилищам. Суммарная длина их береговой линии (76000 км) превышает длину береговой линии омывающих страну морей (60000 км). Воспользоваться отдыхом на водохранилищах могут 77 млн. человек.



Бальнеологический курорт Усть-Качка на берегу Воткинского водохранилища

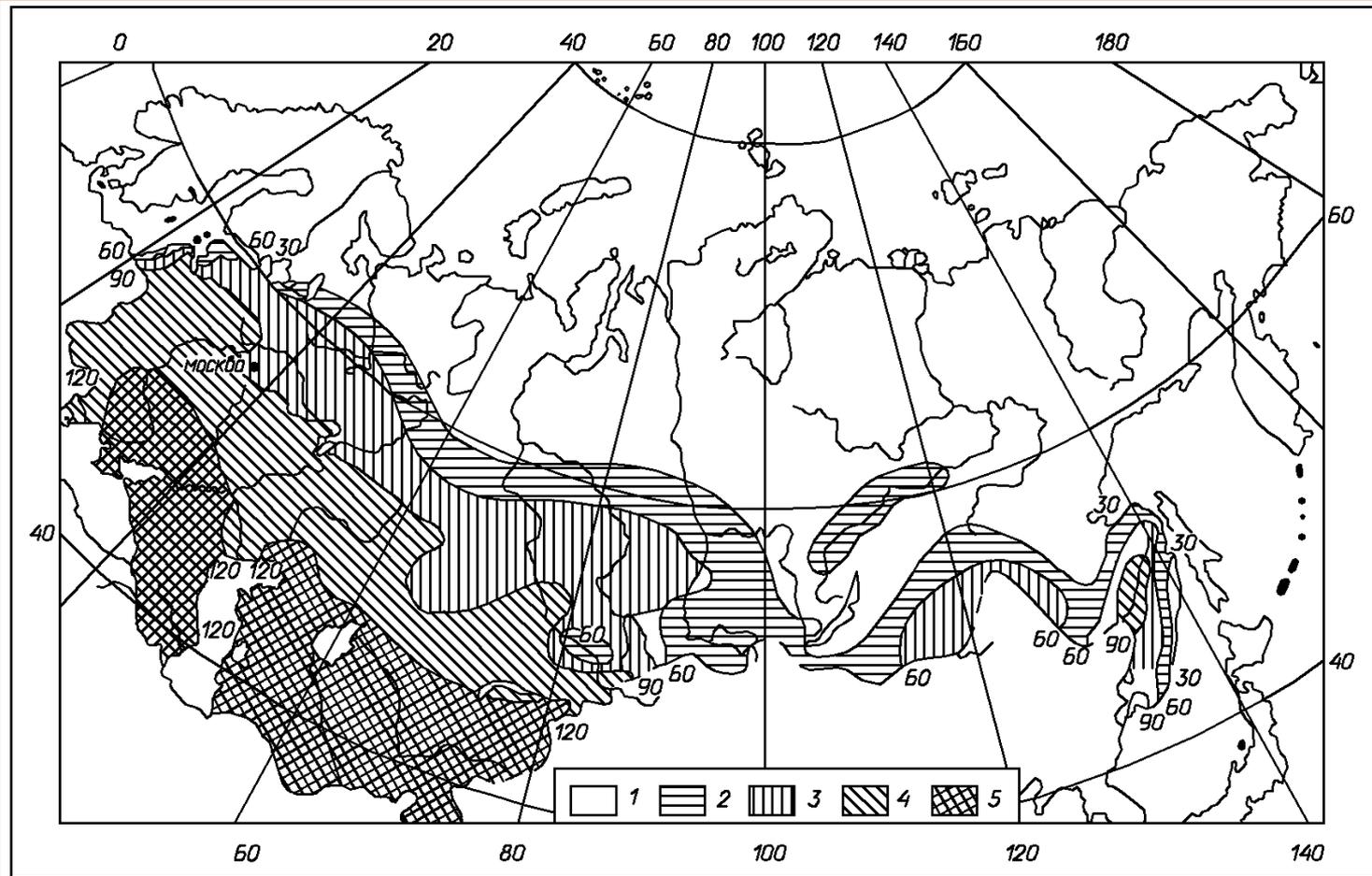
На малых реках создано много водохранилищ сугубо рекреационного назначения.



Водохранилище Протяжка на р. Саровке в лесной зоне г. Сарова: гидроузел построен по проекту ННГАСУ в 2001 г.; назначение водохранилища – рекреационное; площадь зеркала 42,3 га; глубина 4,4 м; полный объем 0,75 млн. м³

Россияне на водохранилищах отдыхают следующим образом.

■ Купаются с принятием солнечных ванн



Карта распределения купального сезона: Продолжительность купания: 1 – 0...30 сут.; 2 – 31...60 сут.; 3 – 61...90 сут.; 4 – 91...120 сут.; 5 – более 120 сут.

Санитарно-гигиеническое состояние акватории и побережья в зонах рекреации водных объектов должно соответствовать государственному стандарту [ГОСТ 17.1.5.02 - 80].

Требования к воде для купания [СанПиН 3907 – 85]:

температура воды – не ниже 17°C (наиболее благоприятная 20 – 24°C);

глубина воды для взрослых не более 4,0 м, для детей – не более 1,5 м;

уклон дна – не круче 1:5 (обеспечивает полосу воды для купания шириной около 15 м);

скорость течения – не более 0,5 – 1,0 м/с;

амплитуда колебания уровня воды – не более 1,5 – 2,0 м;

возможное повышение уровня воды

в течение часа – не более 0,5 м.

- **Автозаводский район (4 пляжа):** на реке Оке по ул. Фучика, на озерах Парковое 1-й и 2-й очереди и в парке им. 777-летия города Нижнего Новгорода.
- **Канавинский район (4 пляжа):** на озерах Березовая роща (м/р «Сортировочный»); на ул. Архангельской, 14; у больницы № 39 (Московское шоссе) и Мещерском озере.
- **Ленинский район (2 пляжа):** на озере Силикатное (у дома № 19 и дома № 23).
- **Нижегородский район (1 пляж):** на Гребном канале.
- **Приокский район (1 пляж):** на озере № 1 Щелоковского хутора.
- **Советский район (2 пляжа):** на озерах № 2 и № 3 Щелоковского хутора.
- **Сормовский район (5 пляжей):** на озерах Пестичное, Лунское, Светлоярское (2 участка), Парковое.

Места для купания
в г. Нижнем Новгороде





Купающаяся публика на водосливе плотины Сулакского водохранилища на р. Большой Иргиз в Саратовской области



■ Катаются на весельных лодках, яхтах, катерах, судах на воздушной подушке, водных мотоциклах, иных плавательных средствах.



Яхты на Саратовском водохранилище у г. Самары

Прогулочные суда на воздушных подушках у набережной г. Пlesa на Горьковском водохранилище



■ Занимаются рыбной ловлей с берега, с лодок, со льда и другими способами.



Местные рыбаки на Беломорско- Балтийском канале

Рыболов-спортсмен (на Чебоксарском водохранилище)



■ Охотятся на побережьях (с ружьем или фотокамерой).



Кабаны – престижная добыча охотников – любителей:

кабан – дикая свинья или вепрь, длина тела до 2 м, масса до 300 кг, родоначальник домашних свиней.

В Нижегородской области на 2009 г. численность кабанов составляла 10962, добыча – 1186



Большой пёстрый дятел барабанит с утра до вечера. Зимний день короток — мороз лениться не велит.

Трофей фотоохоты

- Некоторые граждане всем видам рекреации предпочитают выпить кофе в плавучем ресторане.



Строительство плавучего ресторана на судоремонтном заводе в г. Городце. 2008 г.

Использование водных объектов для рекреации осуществляется с учетом рекомендуемых показателей.

Нормируемый показатель	Виды рекреационного использования						
	купание	весельные лодки	спортивная гребля	парусный спорт	рыболовство		
					с берега	с лодки	со льда
Площадь акватории для рекреационной зоны, га	5	1–500	30–800	50–800	–	–	–
Площадь акватории на одну рекреационную единицу, га	0,02	0,4–2,0	0,4–2,0	1,2–8,0	–	0,02	0,02
Длина акватории для рекреационной зоны, м	25–50	1100—2200	1000–3000	500–2500	–	–	–
Ширина акватории рекреационной зоны, м	5–100	30–100	30–200	300–2000	–	–	–
Глубина воды в рекреационной зоне, м	0,5—1,8	0,75–3,0	2,5–3,0	1,2–2,0	–	–	–
Длина береговой линии для одной рекреационной единицы, м	0,25	–	–	–	10	–	–
Площадь территории для одной рекреационной единицы, м ²	8	50	50	50	60	60	60

Использование водных объектов для обеспечения пожарной безопасности

Забор (изъятие) воды для тушения пожаров допускается из любых водных объектов без какого-либо разрешения, бесплатно и в необходимом количестве.



Речное пожарное судно «Марс»



Пожарный пирс в г. Покров Владимирской области

Использование водных объектов коренными народами Севера, Сибири и дальнего Востока

Общины коренных малочисленных народов в местах их традиционного проживания вправе использовать водные объекты для традиционного природопользования, например, вести [промысел китов и моржей](#).



Морж – морское млекопитающее, длина до 3,7 м, вес до 1,5 т.
Используются : мясо, кожа, клыки.



Кит – морское млекопитающее, длина от 1,2 до 33 м (голубой кит), вес до 160 т. Используются: ворвань, мясо, китовый ус, печень, мозг.

Оленеводство поддерживает здоровье коренных малочисленных народов севера. Они в свежем или свежемороженом виде употребляют печень, легкие, сердце, головной и костный мозг, глаза, сухожилия, хрящи, почки, кровь,

верхушки пантов (опаленные на огне), благодаря чему удовлетворяют потребности в биологически активных веществах, витаминах, ферментах и пр.



Дикий северный олень

Преодоление водного рубежа семьей оленей в Якутии



Водные объекты иногда могут стать препятствием на путях мигрирующих северных оленей, хотя они безбоязненно пересекают водные пространства в километр и более. Но именно в воде они наиболее беззащитны, чем всегда пользовались люди.

Использование мелководий водохранилищ

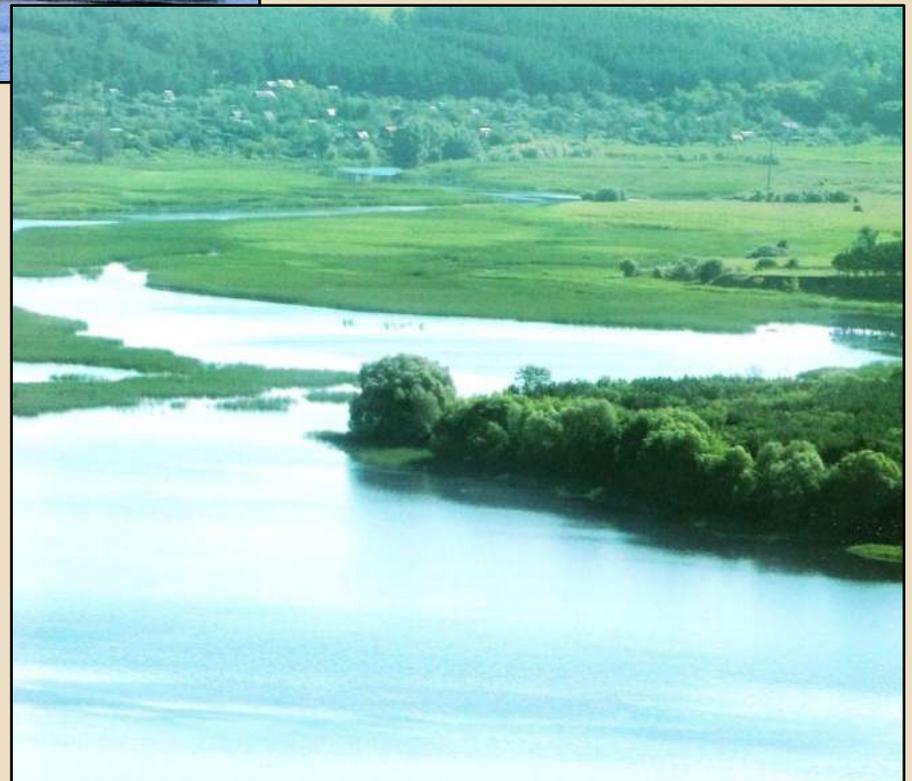
Участки водохранилищ, имеющие при НПУ глубину 2 м и менее, относят к мелководьям. По санитарным правилам [СанПиН 3907 - 85] площадь мелководий не должна превышать 15 – 20 % площади водохранилища. Мелководья более свойственны водохранилищам равнин.

Показатели мелководий волжских водохранилищ

Водохранилище	НПУ или ВПУ, м БС	Объем, млн м ³	Площадь, км ²	Площадь мелководий с глубиной		Средняя глубина при НПУ, м	Максимальная глубина при НПУ, м
				От 0 до 2 м			
				км ²	%		
Иваньковское	124,0	1 120	327	149	45,6	3,4	19,0
Угличское	112,5	1 245	249	88	35,3	5,0	23,2
Рыбинское	102,0	25420	4 550	250	20,9	5,6	30,4
Горьковское	84,0	8 820	1 591	396	24,9	5,5	22,0
Чебоксарское	63,0	4 550	1 110	370	33,3	4,1	24,0
	68,0	14 200	2 189	439	20,2	6,5	29,0
Куйбышевское	53,0	57 300	6 448	880	14,3	8,9	44,0
Саратовское	28,0	12 870	1 831	329	18,0	7,0	16,0
Волгоградское	15,0	31 450	3 117	484	15,5	10,1	37,0



Мелководье в верховье Рыбинского водохранилища близ г. Мышкина



Мелководный залив Куйбышевского водохранилища у поселка Белая Рыбка в Ульяновской области

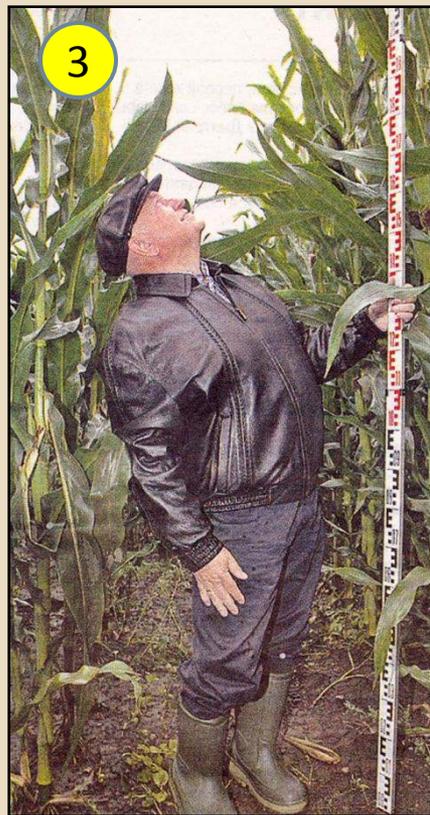
Мелководья водохранилищ не представляют интереса для энергетики и водного транспорта.



Кошение трав на заболоченных землях



Стадо домашних гусей



Кукуруза, выращенная по современной технологии

Между тем, с 1 га водной поверхности можно получить больше белковой массы, чем с 1 га сельхозугодий **1**. На них можно разводить рыб, раков, водоплавающую птицу, нутрию, ондатру **2**. На обвалованных участках мелководий водохранилищ можно получать высокие урожаи сельхозкультур **3**.

К сожалению мы не научились еще умело хозяйствовать на просторах мелководий искусственных водохранилищ.

Воздействие водопотребителей и водопользователей на окружающую среду

Размеры антропогенного воздействия на природную среду

Человечество существует за счет природы, ресурсы которой оно потребляет.

Природа – это совокупность естественных условий существования человеческого общества. **Окружающая среда** – естественная и искусственная среда обитания и производственной деятельности человечества.

Совокупная деятельность общества оказывает все более заметное влияние на природу, и уже давно требуется не борьба, а рационализация и регулирование их взаимодействия.



Скульптура коня с железнодорожным рельсом в зубах, символизирующая победу природы над цивилизацией в г. Воронеже

России присуща относительно невысокая по сравнению со многими странами мира степень антропогенной (несвойственной природе) трансформации природной среды:

- 65% территории страны квалифицируются как не подвергшиеся существенным хозяйственным воздействиям и сохранившие ненарушенные экосистемы;
- 20% территории испытали влияние экономики, но экосистемы во многих местах сохранили жизнеспособность и ассимиляционный потенциал, необходимый для компенсации современного уровня антропогенных воздействий;
- 15 % российской территории характеризуются как экологически неблагополучные , со значительной степенью разрушения естественных экосистем.

Воздействие ТЭС, АЭС и ГЭС на окружающую среду

Теплоэлектростанция, работающая на угле, потребляет его примерно 4 млн. т/год, вырабатывая 6 млрд. кВт·ч/год электроэнергии.

Добыча 4 млн. т/год угля сопровождается:

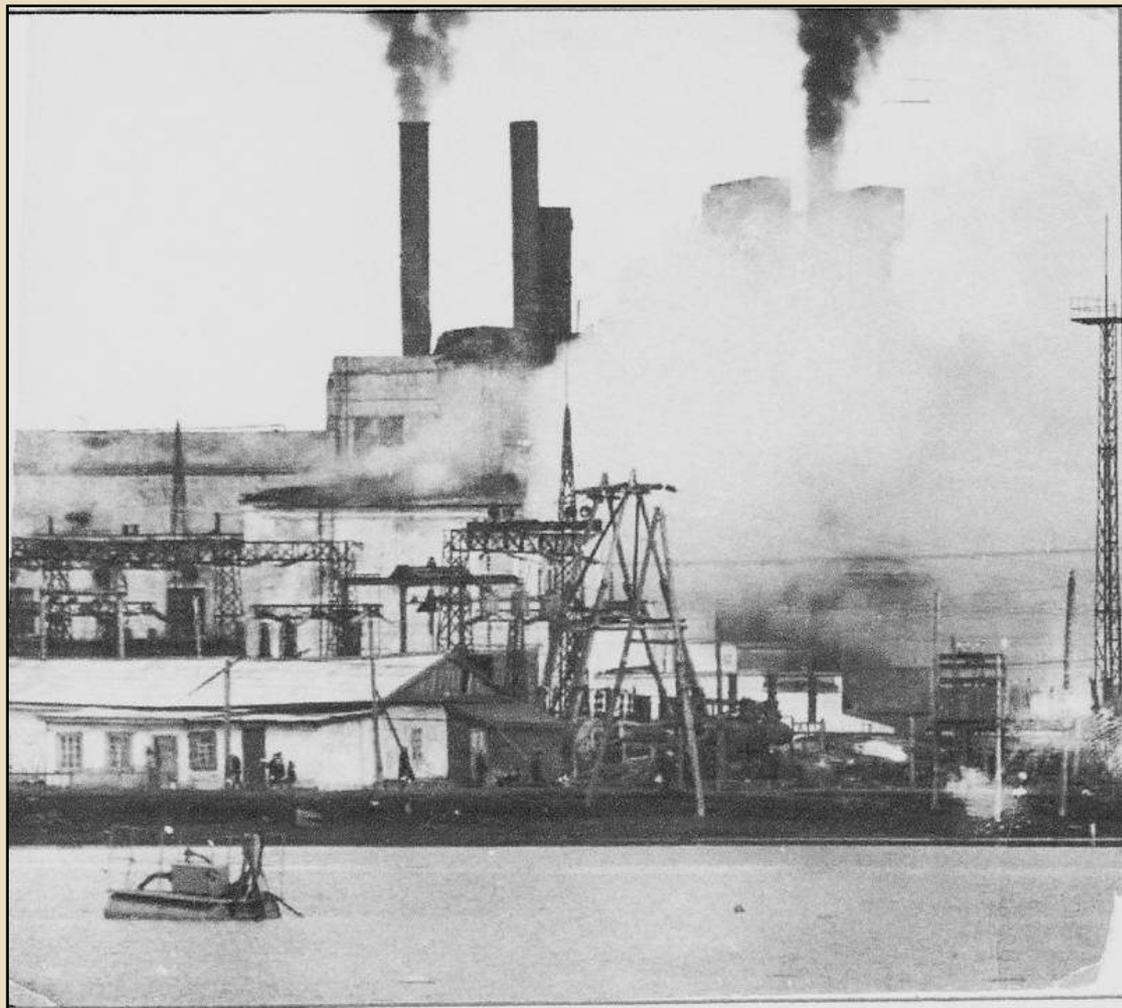
- нарушением 36 га земель;
- образованием отвалов пустой породы до 8 млн. м³;
- сбросами в окрестные водоемы 840 т взвешенных частиц, 16400 т минеральных солей;
- выбросами в атмосферу 7000 т твердых веществ.



Коркинский угольный разрез в Челябинской области, функционирующий с 1934 г. на месторождении с мощностью угольного пласта 100-200 м

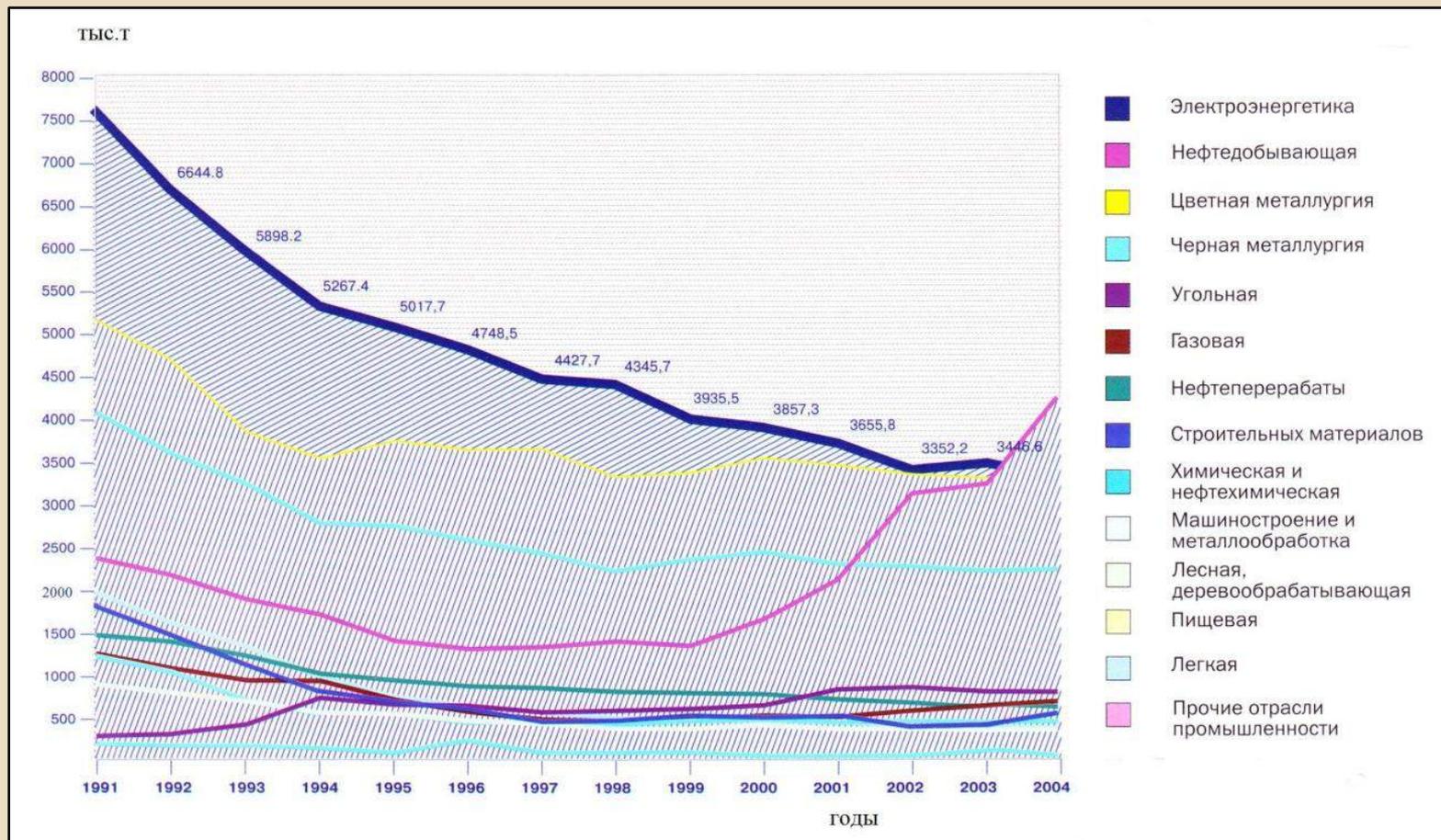
При сжигании на ТЭС 4 млн. т/год
угля в атмосферу ежегодно
выбрасывается:

- окислов углерода – 1200 т;
- сернистого ангидрида – 30000 т;
- окислов азота – 20000 т;
- кобальта – 12 т;
- никеля – 20 т;
- хрома – 16 т;
- ртути – 55 т;
- марганца – 925 т;
- меди – 12 т;
- лития – 40 т;
- титана – 425 т;
- фтора – 750 т;
- ванадия – 50 т.



Чаунская ТЭС в г. Певек на берегу Чаунского залива Восточно-Сибирского моря – образец экологически вредного объекта: построена в 1960 –х гг., работает на привозном угле (более 100 тыс. т/год), высота дымовой трубы 40 м

Теплоэнергетика отличается наибольшими выбросами в атмосферу загрязняющих веществ по сравнению с другими отраслями промышленности.



Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух от стационарных источников по отраслям промышленности России

Отходами угольных ТЭС

является зола, складированная в золоотвалах. В 1 т золы содержится около 100 г. радиоактивных веществ.

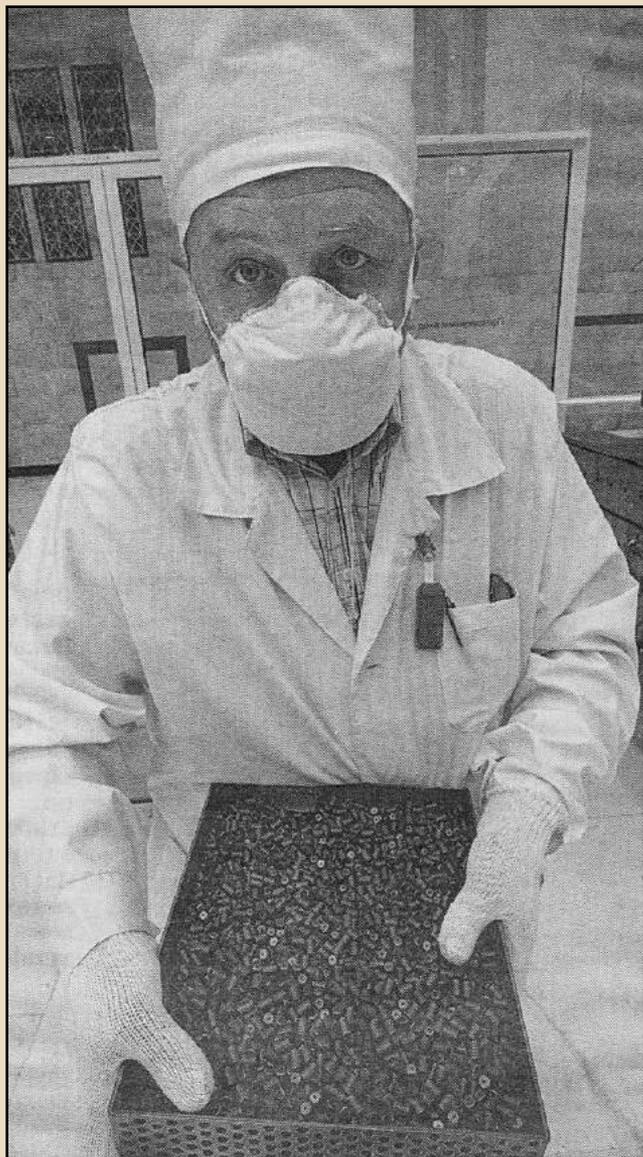


Золошлаковые отходы Игумновской ТЭС на промплощадке в пойме р. Оки у г. Дзержинска Нижегородской области

Мировое годовое потребление кислорода теплоэлектростанциями достигает 27 млрд. т (около 25 % его образования) и в 5 раз превышает его потребление всеми жителями Земли [Состояние радиационной безопасности, 2009].

Атомные электростанции расходуют совсем мало топлива, не потребляют кислород. Их считают экологически чистыми и безопасными предприятиями

[Состояние радиационной безопасности, 2009].



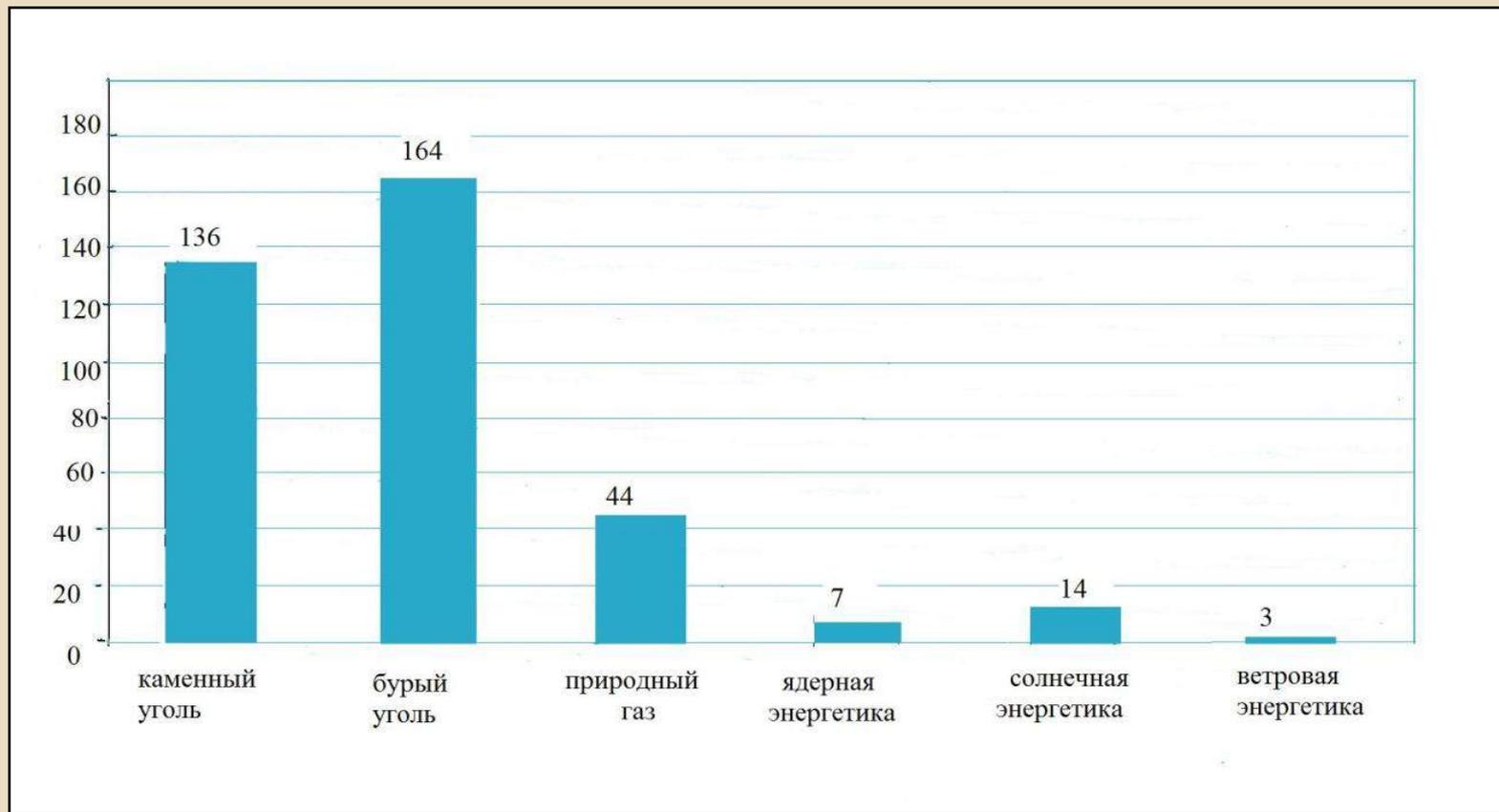
Приблизительные уровни фатального риска в среднем за год

Источник опасности	Риск летального исхода для человека
Работа в рискованных отраслях промышленности, таких как горнодобывающая	$1 \cdot 10^{-3}$ (1 из 1 000)
Дорожно-транспортные происшествия	$1 \cdot 10^{-4}$ (1 из 10 000)
Авария на рабочем месте в весьма безопасных зонах промышленного производства	$1 \cdot 10^{-5}$ (1 из 100 000)
Пожар или взрыв газа дома	$1 \cdot 10^{-6}$ (1 из 1 000 000)
Проживание в окрестностях ядерного объекта при его нормальной эксплуатации	$1 \cdot 10^{-6}$ (1 из 1 000 000)
Удар молнией	$1 \cdot 10^{-7}$ (1 из 10 млн)

Популярная демонстрация преимущества атомной электростанции перед тепловой: человек держит лоток с ядерным топливом, количество которого заменяет 60 вагонов каменного угля



Окрестности Курской АЭС



Сравнительные данные о вреде здоровью населения Европы (180 млн. человек) при производстве электроэнергии на различных видах топлива (потерянные годы жизни человеко-лет на 1 ТВт·ч выработанной электроэнергии) [Состояние радиационной безопасности, 2009]

Непреодолимые недостатки АЭС:

- необходимость вывода энергоблоков из работы через 25 – 30 лет эксплуатации в связи с износом защитных оболочек атомных реакторов;
- образование и накопление радиоактивных отходов энергетического цикла.

По данным МАГАТЭ к 2011 г. в мире скопилось 345000 т радиоактивных отходов, в России – 200000 т. Основную их часть свозят в централизованное наземное хранилище на территории горно-химического комбината в г. Железногорске Красноярского края. Что делать дальше с этими отходами никто не знает.



Саркофаг над разрушенным блоком Чернобыльской АЭС в Украине

Гидроэлектростанции – наиболее экологически чистый производитель электроэнергии по сравнению с ТЭС и АЭС. Они не потребляют атмосферного кислорода, не делают никаких выбросов в атмосферу, ничего не выделяют в воду и в грунт, не дают никаких отходов, требующих захоронения.



Панорама Павловской ГЭС на р. Уфе с нижнего бьефа

Изменение природных условий долин рек в результате создания водохранилищ



Схема изменений в природной среде, вызываемых созданием и эксплуатацией водохранилища (* касается водохранилищ, расположенных в области вечной мерзлоты)

Образованное на месте участка реки водохранилище получает существенно иные морфометрические параметры – ширину и площадь водного зеркала, глубину и объем и пр.

Прямым следствием изменения морфометрии является затопление земель, которое рассматривают как наиболее существенное воздействие водохранилищ на природную среду.

Данные о затоплении земель водохранилищами в России:

- общий земельный фонд страны на 1 января 1999 г. – 1709,8 млн га;
- площади затопления земель водохранилищами ГЭС на 1990 г. – 4,72 млн га (0,28 % площади страны);
- для сравнения: доля площади водохранилищ к площади страны в США – 0,8%,
в Канаде – 0,6%,
в Испании – 0,42%4
- водохранилищами ГЭС в России затоплено около 0,4% сельхозугодий,
0,3% лесных площадей.

Значительные затопления были сделаны водохранилищами Волжско-Камского каскада в европейской части страны.

Площади земель, затопленных водохранилищами Волжско-Камского каскада

Водохранилище	Площадь зеркала воды при НПУ, км ²	Площадь затопления земель, тыс. га				
		всего	в том числе			
			пашни	сенокосы, пастбища	леса, кустарники	прочие земли
Иваньковское	327	29,2	9,8	7,8	7,0	4,6
Угличское	249	13,7	5,6	5,4	1,5	1,2
Рыбинское	4 550	434,0	58,2	116,3	241,2	18,3
Горьковское	1 591	129,2	21,0	47,0	41,0	20,2
Чебоксарское (НПУ=68,0 м)	2 270	167,5	7,7	46,5	97,8	16,5
Куйбышевское	6 450	503,9	69,5	208,3	163,3	62,8
Саратовское	1 831	116,9	7,5	45,6	47,3	15,6
Волгоградское	3 120	269,3	30,4	107,0	70,2	61,7
Камское	1 915	175,5	9,9	58,2	83,4	24,0
Воткинское	1 120	92,2	23,9	7,2	42,2	18,9
Нижнекамское	2 650	198,3	21,0	83,3	50,3	43,7
Всего	26 073	2 128,8	264,5	732,6	845,2	286,5

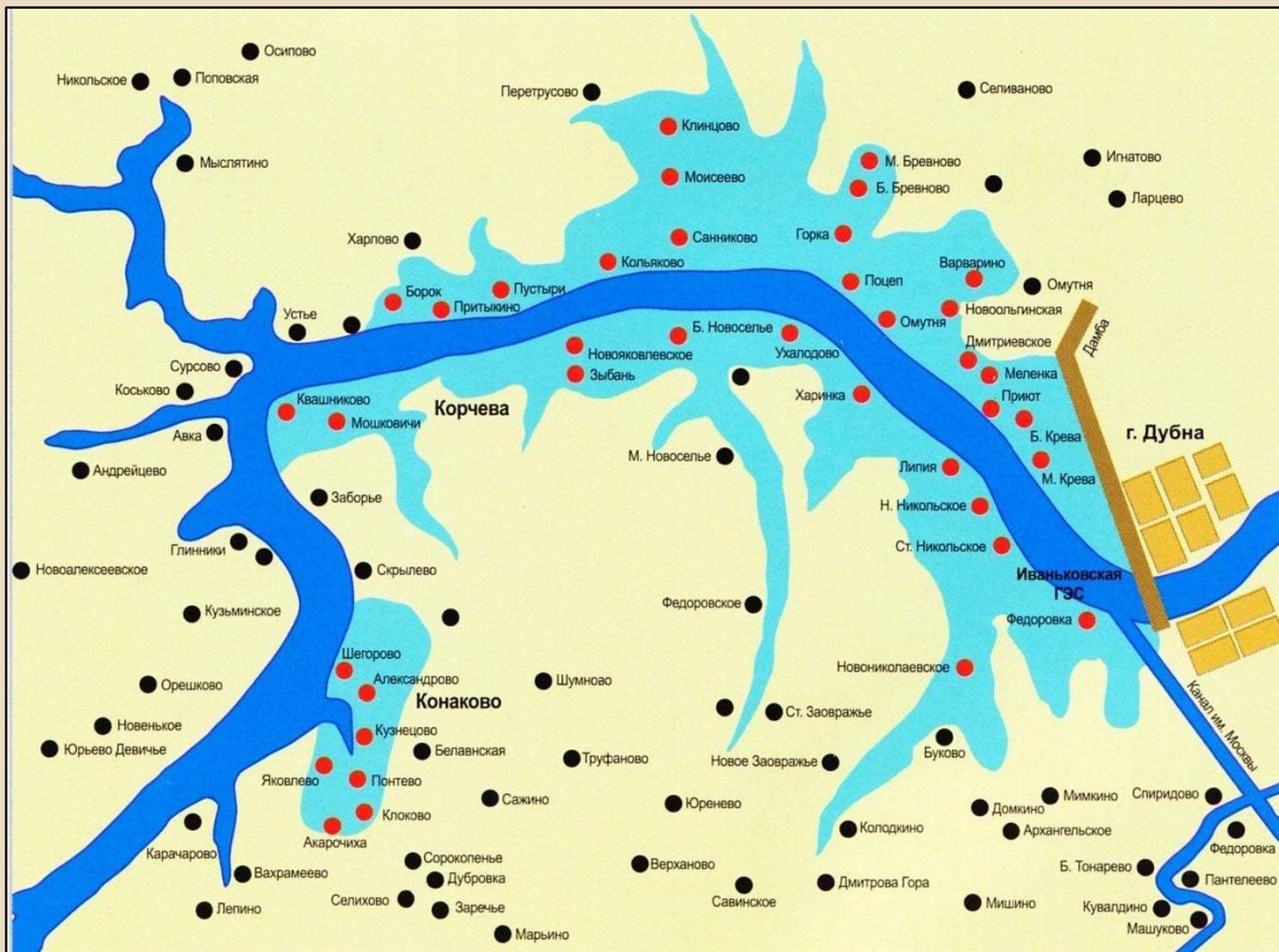


Схема зоны затопления Ивановского водохранилища на р. Волге: площадь зеркала 32,7 тыс. га; затоплено земель 29,2 тыс. га

Крупные водохранилища воздействуют на социальную обстановку в долинах рек в связи с необходимостью переноса поселений и переселения людей из зон затопления.



Строительство водохранилищ к 2000 г. вызвало переселение от 40 до 80 млн человек по всему миру. Китай и Индия построили 57% всех больших плотин мира, при этом переселению из зон водохранилищ подверглись в Китае 10,2 млн человек, в Индии – около 16 млн человек [Плотины и развитие, 2009].



В России за весь период гидротехнического строительства переселено 880 тыс. человек [Вечный двигатель, 2007].



Наиболее массовое переселение произошло при сооружении Волжско-Камского каскада ГЭС: было переселено 643,3 тыс. человек, затоплено и перенесено более 2500 деревень и сел, в которых насчитывалось 126 тыс. дворов, и 96 городов, слобод, поселков с почти 30 –ю тысячами строений.

Иваньковским водохранилищем было затоплено около 100 сел и деревень и г. Корчева. В городе проживало 4 тыс. человек, было 600 домов, из них 30 каменных, 3 храма.



Город Корчева в начале XX века



План г. Корчевы с зоной затопления

Иваньковским водохранилищем:

1 – Воскресенский собор; 2 – Спасо-Преображенский собор; 3 – церковь Казанской иконы Божьей Матери; 4 – городская больница

Створный знак на месте Спасо-Преображенского собора в урочище Корчева на Иваньковском водохранилище



Опыт гидротехнического строительства в России показал, что вместе с энергоисточником возникали крупные базы стройиндустрии, транспортные связи, капитальные жилые поселки и города, повышалась концентрация и интенсификация сельскохозяйственного производства. Так, гидростроительство на р. Волге ускорило процесс урбанизации: за 1959 – 1970 гг. удельный вес городского населения в поволжье увеличился с 46 % до 57 %.

Некоторые водохранилища удается создать без социальных потрясений. Так, в зоне затопления водохранилища строящейся Усть-Среднеканской ГЭС на р. Колыме постоянно проживающего населения нет.



Треножник из жердей, оставляемый на месте стояночного чума кочующим тундровым населением

Воздействие судоходства и лесосплава на водные объекты

Судоходство вносит вклад в загрязнение рек и водохранилищ, требующий нейтрализации.

Ситуация в Волжском бассейне (2005 г.)

Количество судов в эксплуатации и на отстое – 5 тыс. На транспортных судах за навигацию образуется 3 млн. м³ сточных вод, 250 тыс. м³ нефтесодержащих вод, 24 тыс. т мусора и других отходов. В основном эти загрязнения собирают для передачи на берег для очистки и утилизации. Однако, за недостатком береговых очистных устройств, около половины сточных вод и треть мусора с судов сбрасывают без очистки в водные объекты.



Судно-сборщик сточных вод, причаливающее к пассажирскому теплоходу в порту г. Самары на Саратовском водохранилище. 2012 г.

Судоходство в бассейне обслуживают 27 портов, 20 судоремонтных заводов и баз отстоя флота. В портах в водные объекты попадают порядка 100 тыс. т вредных веществ (только по нормам убыли), около 10 млн. м³ мытьевых сточных вод.



Район навалочных грузов в порту г. Рыбинска на Рыбинском водохранилище. 2015 г.

По данным Волжской природоохранной прокуратуры в бассейне было брошено 2300 судов; на конец 2010 г. 1491 судно утилизировано на металлолом, 649 остались брошенными (почти все бесхозные). Никаких мероприятий по защите водных объектов от этих отходов не выполняется.



Брошенные суда на берегу Чебоксарского водохранилища. 2005 г.

Т.о., инженерная защита водных объектов Волжского бассейна от воздействия судоходства на должном уровне отсутствует [Этин В.Л. Анализ состояния инженерной защиты водных объектов Волжского бассейна от воздействия судоходства / Великие реки – 2005. – Н. Новгород: ННГАСУ, 2005. – Т.1. – С. 229 – 231].

Лесосплав имеет последствием затонувшую древесину. Так, по рекам Ангаро-Енисейского бассейна Мане, Колбе, Бирюсе, Чуне, Кану, Ое, Усолке, Тасеевой, Кунгусу, Агулу, Кебежу, Абакану, Ангаре до 1985 г. вели молевой сплав, после чего в руслах оказалось затоплено около 300 тыс. м³ круглого леса.

В водохранилищах всплывает вырубленная при подготовке ложа, но не вывезенная, товарная древесина, порубочные остатки, затопленный лес. Так, в Саяно – Шушенском водохранилище в 2008 г. плавало 696 тыс. м³ древесины (614 тыс. м³ в запанях, 82 тыс. м³ на акватории).

В 1985 г. правительством была принята программа по очистке рек и водохранилищ от затопленной и плавающей древесины, но мероприятие оказалось убыточным и реализовать программу в условиях рыночной экономики не удалось [Корпачев В.П., Миронов Г.С. Экология лесопользования. – Красноярск: Сибирский гос. технологический университет, 2007. – 212 с.].



Древесина, свободно плавающая на акватории Саяно-Шушенского водохранилища. 2008 г.

Воздействие нефтедобычи на шельфе на морскую среду

Сток из городских районов 3%

Перевозка нефти морем (аварии и рабочие операции) 20%

Загрязнение мирового океана нефтью: 2 – 5 млн.т в год – благоприятный сценарий, 5 – 10 млн.т в год – неблагоприятный сценарий.

Выпадение с атмосферными осадками 4%

Речной сток 40%

От общего количества загрязнений мирового океана нефтью 5% поступает при ее разведке и добыче на шельфе и до 20% при транспортировке морем.

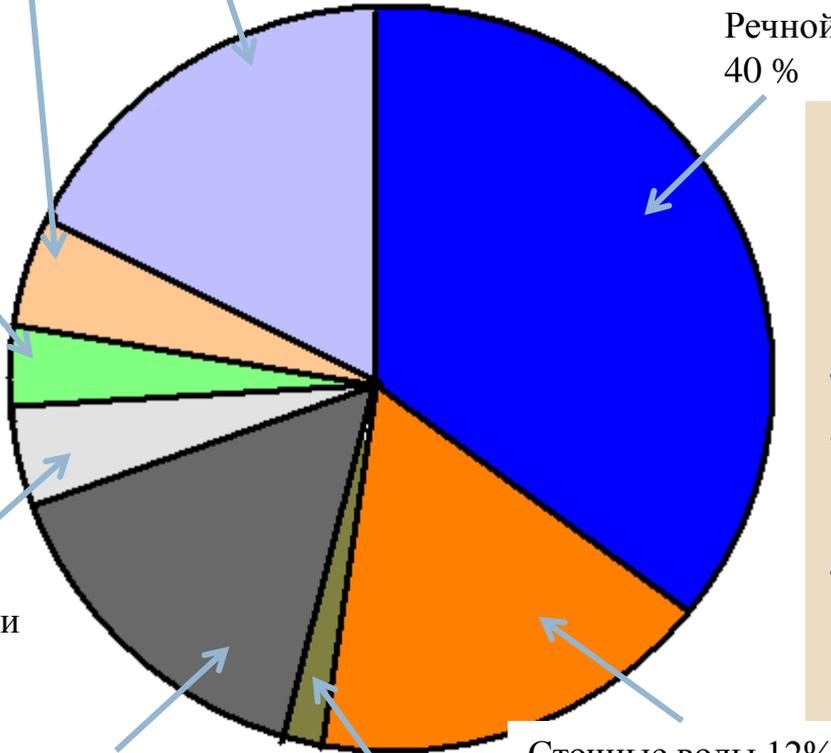
Добыча нефти на море 5%

Естественные излияния нефти со дна океана 15%

Нефтеперегонные заводы на суше 1%

Сточные воды 12%

Так, по расчетам Геологического управления США, вероятность крупных аварийных разливов нефти за 20 – летний период эксплуатации месторождений в Северном море составляет 91%, при этом вероятность загрязнения береговой полосы 2 – 23% [Носков Б.Д., Правдивец Ю.П. Сооружения континентального шельфа. – М.; Изд – во АСВ, 2004. – 280 с.].



Защита от негативного воздействия вод

Защита от наводнений в долинах рек

Наводнение – затопление территории водой, являющееся стихийным бедствием, которое причиняет материальный ущерб, наносит урон здоровью населения или приводит к гибели людей. Затопление же водой местности, не сопровождающееся ущербом, есть **разлив** реки или озера.



Затопление новых дачных строений в пойме р. Сухоны половодьем 2012 г.

Виды наводнений

- ◆ Наводнения, вызванные снеготаянием – типичны для большинства равнинных рек.
 - ◆ Наводнения, вызванные дождями большой интенсивности – им подвержены Дальний Восток, юг Восточной Сибири, Северный Кавказ.
 - ◆ Наводнения, вызванные заторами льда – характерны для северных рек, вскрытие которых происходит сверху вниз (р. Северная Двина, р. Лена).
 - ◆ Наводнения вследствие нагонного повышения уровня воды – происходят в морских устьях крупных рек (в Финском заливе Балтийского моря; в устьевой области р. Енисея).
 - ◆ Наводнения техногенного характера – могут быть в верхних и нижних бьефах речных гидроузлов, в стесненных застройкой поймах рек и т.п.
-

На территории Российской Федерации в зонах затопления при формировании максимальных уровней воды находится порядка 400 тыс. км², из которых ежегодно затапливается около 50 тыс. км².

При формировании наводнений вероятностью 1–5 % в зонах затопления оказываются 746 городов и тысячи других населенных пунктов с числом жителей 4,6 млн человек [Таратунин А.А. Наводнения на территории Российской Федерации. – Екатеринбург: Изд-во ФГУП РосНИИВХ, 2008.–432 с.]

Катастрофические подъемы уровня воды р. Волги в половодья
до создания каскада водохранилищ

Место	Годы	Высота половодья
г. Тверь	1807, 1838	11 м над средним многолетним уровнем воды
г. Ярославль	несколько раз	более 10 м
г. Кострома	несколько раз	более 11 м
г. Нижний Новгород	1829	на 12 м выше ледяного покрова
Макарьевский монастырь (90 км ниже г. Н. Новгорода)	1709, 1926	наивысшие уровни половодья
г. Казань	1888	13 м
г. Самара	1856, 1862	12 м над меженим уровнем воды

Катастрофическим наводнением 1926 г. в бассейне р. Волги было затоплено 150000 км² территории, а число жертв до сих пор неизвестно.



Затопленная половодьем
набережная р. Волги
в г. Калязине.
Начало XX в.



Нижегородская ярмарка
в весеннее половодье.
1890-е гг.



Затопление г. Ленска в результате наводнения 1998 г., вызванного ледовыми заторами на р. Лене .

Наводнение 1998 г. в Якутии вошло в число наиболее крупных в стране: было затоплено 203 населенных пункта с 512 тыс. жителей, 15,5 тыс. жилых домов, 1434 объекта социально-культурного и административного назначения, разрушены 341 мост, 280 опор ЛЭП, 2,5 тыс. км дорог, 234 защитные дамбы. Погибли 15 человек.



Затопление неконтролируемой застройки в нижнем бьефе Зейского гидроузла при пропуске летнего паводка 2007 г. вероятностью превышения 1 % со сбросным расходом 3500 м³/с



Фото В. Суворин

Техногенное наводнение в нижнем бьефе Киселевского гидроузла на р. Какве в Свердловской области, вызванное прорывом плотины: гидроузел построен в 1977 г. , длина земляной плотины 1920 м, высота до 18 м. 14 июня 1993 г. во время паводка в результате перелива воды через гребень произошел прорыв плотины, волной излива были затоплены 1200 домов, разрушены железнодорожный и 5 автомобильных мостов, погибли 15 человек

а



б



Проект областного правительства по застройке левобережной борской поймы р. Волги напротив г. Нижнего Новгорода: вид с правого нижегородского берега (а) и со стороны левого берега от г. Бор (б). Застройка поймы будет вызывать наводнения техногенного характера

Состав защитных мероприятий

- ◆ Возведение дамб обвалования защищаемой территории.
- ◆ Строительство противопаводковых гидроузлов с объемом водохранилищ, позволяющим аккумулировать часть объема половодья.
- ◆ Вынос жилой застройки и хозяйственных объектов на незатапливаемую территорию.
- ◆ Углубление, спрямление, расширение русел рек для увеличения пропускной способности.
- ◆ Предотвращение гидродинамических аварий на гидроузлах путем обеспечения их безопасной эксплуатации.

Строительство защитной дамбы на р. Ирень в г. Кунгуре Пермской области. 2009 г.



В 2000 – 2005 гг. за счет федерального бюджета сданы в эксплуатацию 35 объектов инженерной защиты в 6 городах и 29 населенных пунктах, где проживает около 1,5 млн. человек [Федеральное агентство водных ресурсов. – М.: Мин-во природных ресурсов РФ, 2006. – 24 с.]



Защитная дамба г. Ленска
вдоль р. Лены длиной 19,2 км,
построенная в начале
2000 –х гг.

В 2011 г. введен в эксплуатацию комплекс защитных сооружений г. Санкт-Петербурга от нагонных наводнений.

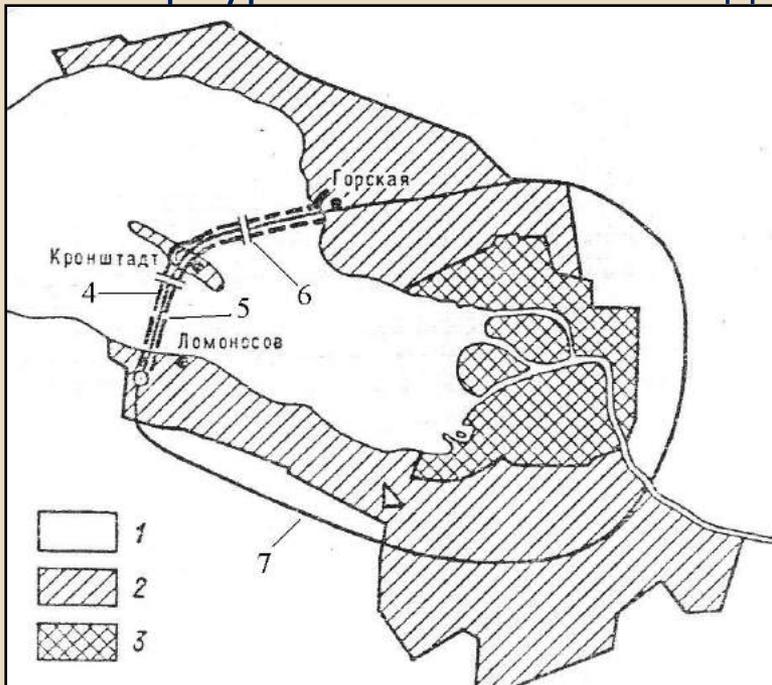
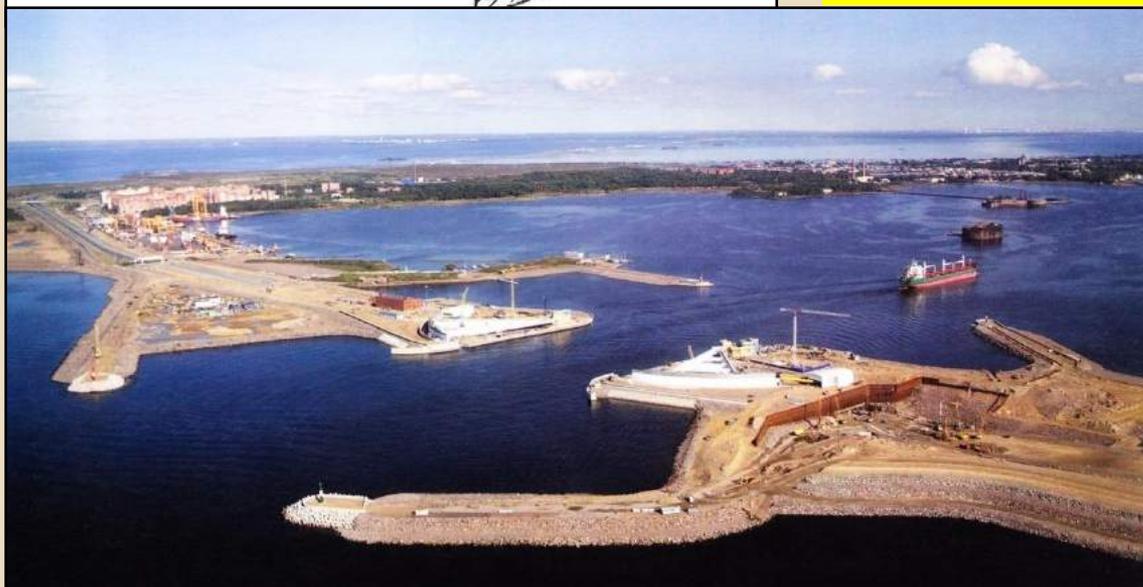


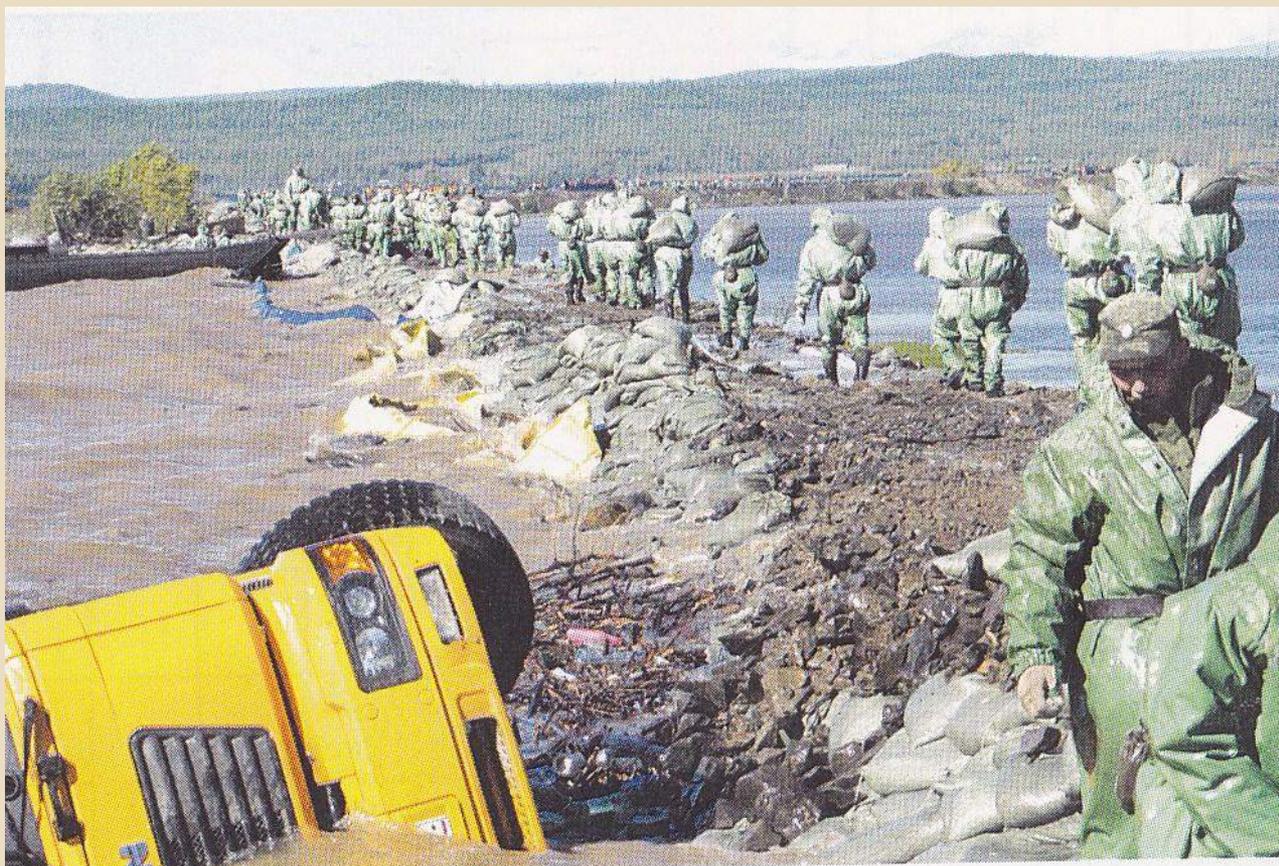
Схема комплекса защитных сооружений г. Санкт-Петербурга от наводнений:

1 – акватория Финского залива; 2 – пригороды;
3 – город С.-Петербург; 4 – защитные дамбы;
5 – водопропускные сооружения;
6 – судопропускные сооружения; 7 – кольцевая
автомагистраль

Катастрофическим было наводнение 7 (19) ноября 1824 г. с подъемом уровня воды в р. Неве на 4 м выше ординара, когда затопило большую часть города. Теперь такие наводнения невозможны.



Участок комплекса с судопропускным сооружением С-1 и автотуннелем под ним в период завершения строительства

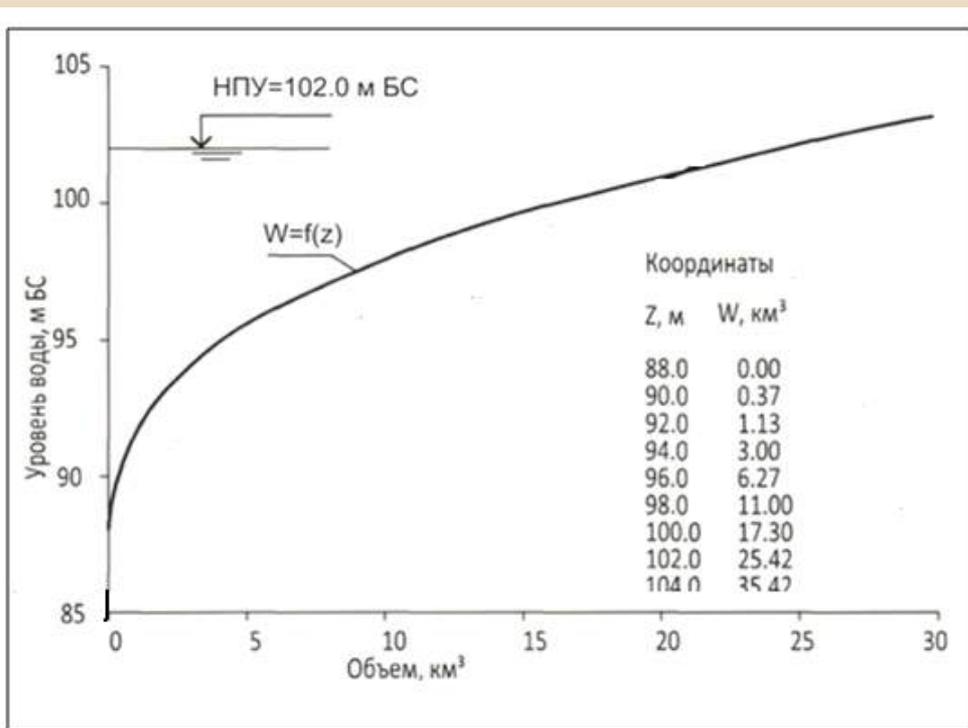


Экстренное наращивание и укрепление мешками с песком Мылкинской дамбы, защищающей селитебные территории г. Комсомольска-на-Амуре в период экстремального сентябрьского наводнения 2013 г. в бассейне р. Амур

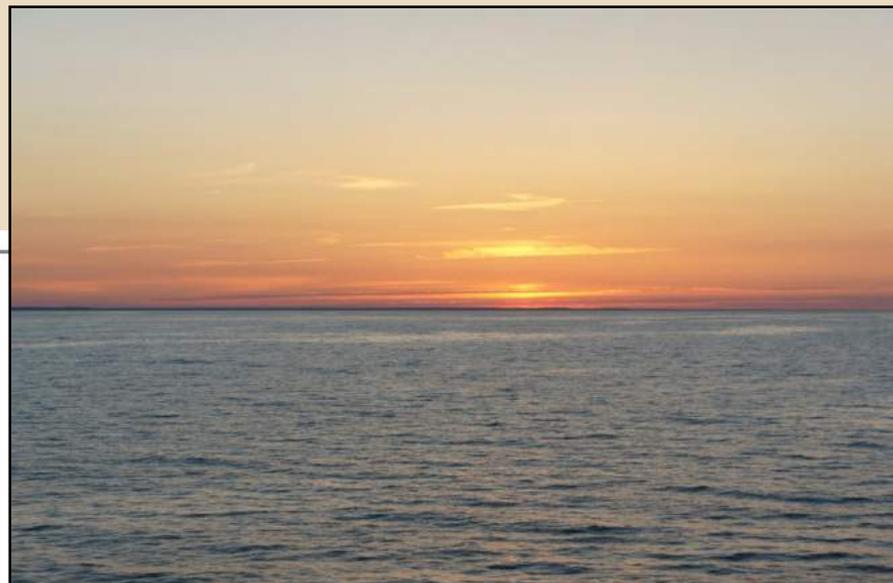
Радикальным направлением деятельности по предотвращению речных наводнений является создание регулирующих водохранилищ.

Так, Рыбинское водохранилище многолетнего регулирования, заполненное в 1940 – 1947 гг., выровняло сток верхней Волги: подъем уровней воды в половодье у г. Ярославля не превышает 2 – 3 м, избавлены от затоплений лежащие ниже города.

Уровни водохранилища: ФПУ = 104,0 м БС;
НПУ = 102,0 м; УМО = 97,1 м.



Кривая объемов Рыбинского водохранилища



Главный плес Рыбинского водохранилища

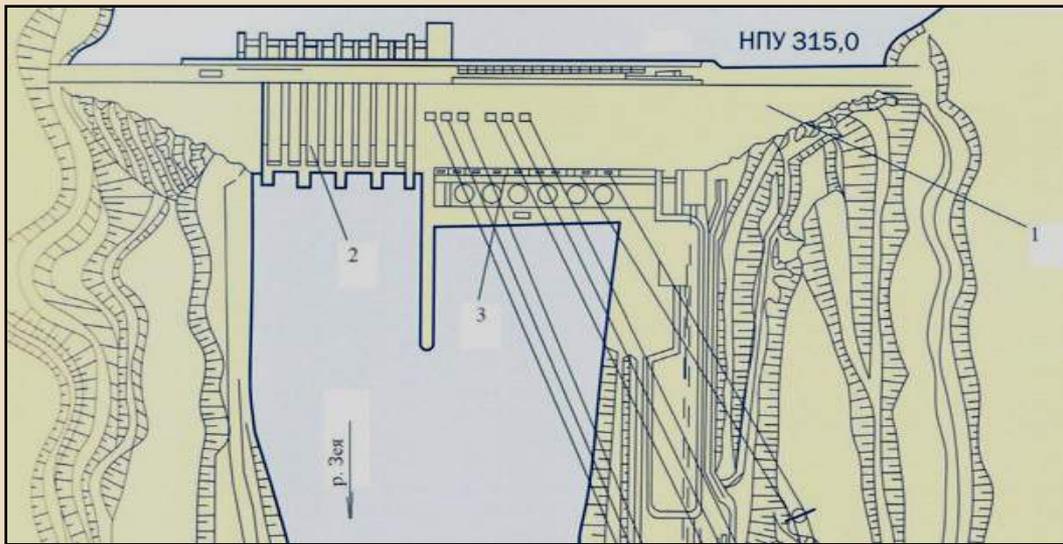
Объемы водохранилища:

полный – 25,42 км³;

полезный – 16,67 км³ (35% среднего годового стока р. Волги в створе гидроузла);

резервный – 10,0 км³ (между ФПУ и НПУ).

Предотвращение наводнений является специальной функцией энергетического Зейского гидроузла на р. Зее.



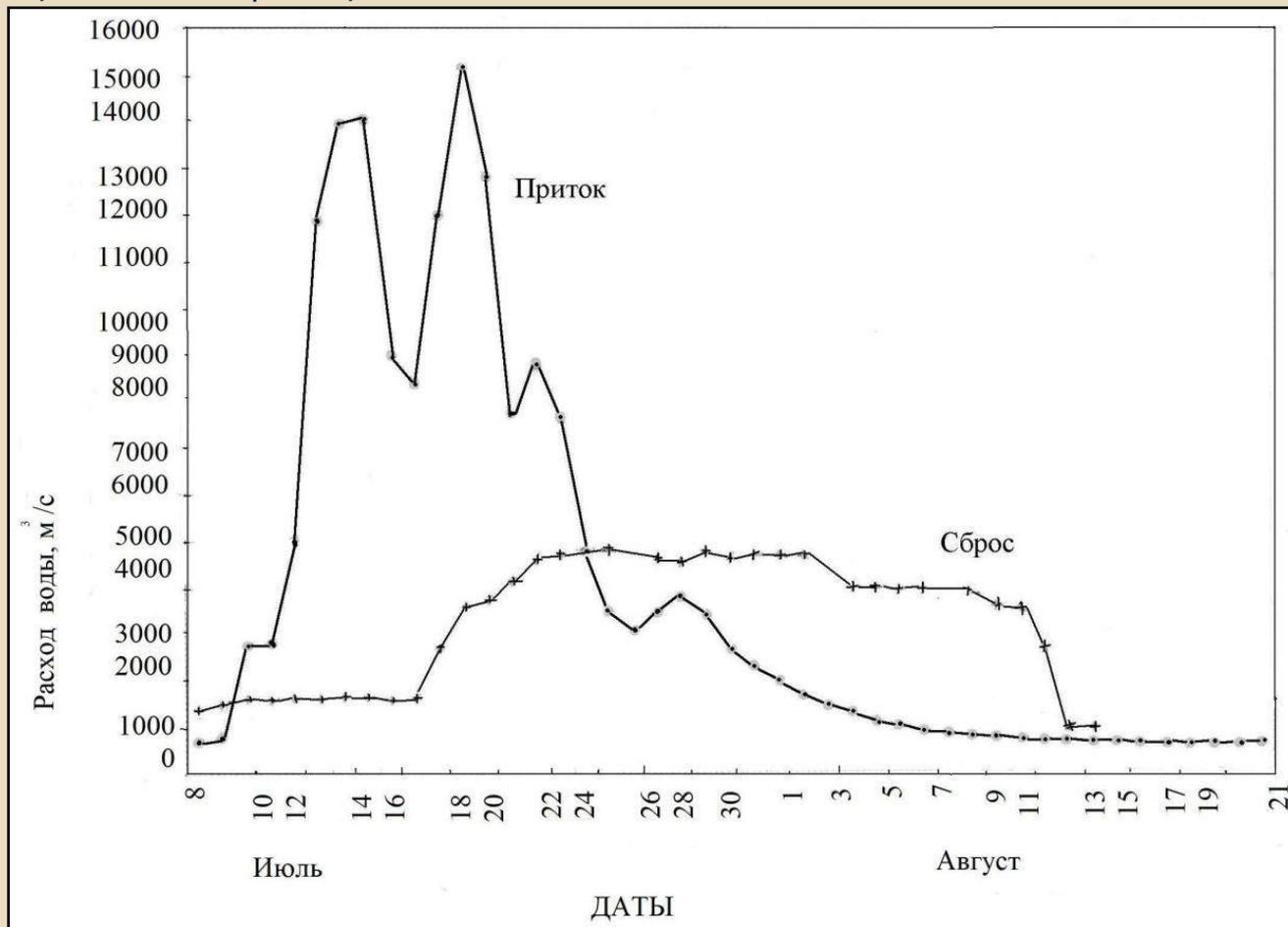
План сооружений гидроузла :
1 – бетонная контрфорсная плотина;
2 – водосбросная часть плотины;
3 – приплотинное здание ГЭС

Водохранилище полным объемом $68,4 \text{ км}^3$ и полезным объемом $32,2 \text{ км}^3$ имеет резервный объем $18,9 \text{ км}^3$, что позволяет в нижнем течении р. Зеи расход обеспеченностью 1% уменьшить с $8320 \text{ м}^3/\text{с}$ до $3500 \text{ м}^3/\text{с}$, чем избавить долину реки от наводнений.



Общий вид гидроузла
($H=115,5 \text{ м}$. 1978 г.)

После введения в эксплуатацию Зейского водохранилища (1978 г.) сбросы из него производились всего 3 раза – в 1982, 2006, 2007 гг. Летний паводок 2007 г. был самым большим за 106 лет наблюдений с максимумом 15200 м³/с. При этом максимум сбросного расхода через гидроузел составил 4844 м³/с. Было предотвращено затопление городов Зея, Свободный, Благовещенск, большого количества сельских поселений.



Расходы воды в створе Зейского гидроузла в паводок 2007 г.

Защита от разрушения берегов морей, рек и водохранилищ

Для защиты берегов от воздействия волн, льда, течений возводят **берегозащитные сооружения пассивного типа** (волноотбойные стены, откосные крепления и т.п.) и **активного типа** (пляжи, буны и т.п.).

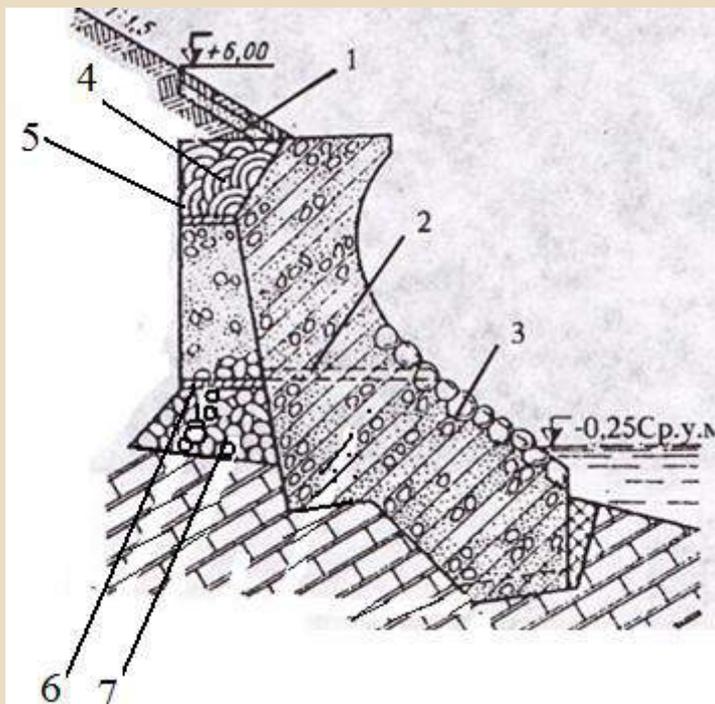
Разрушение берегов морей и рек является неизбежным природным процессом, сопутствующим жизни водоемов и водотоков в их естественном состоянии.

Берега морей разрушаются преимущественно вследствие волнового воздействия (абразионные берега).

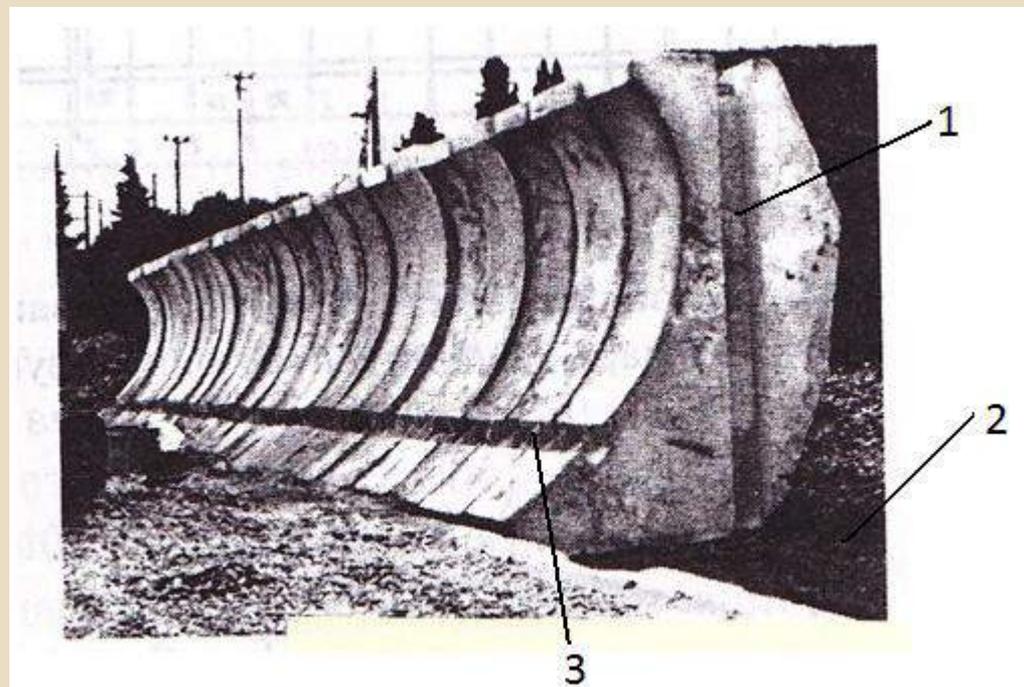
Абразионный берег у с. Весело-Вознесенка в Таганрогском заливе Азовского моря (куда впадает р. Дон): за 2002 – 2007 гг. отступление кромки берегового обрыва при его высоте 13 м составило от 4,9 до 12,4 м



На морях с начала XX в. получили распространение берегозащитные волноотбойные стены из монолитного бетона или сборных железобетонных элементов (пассивная берегозащита).

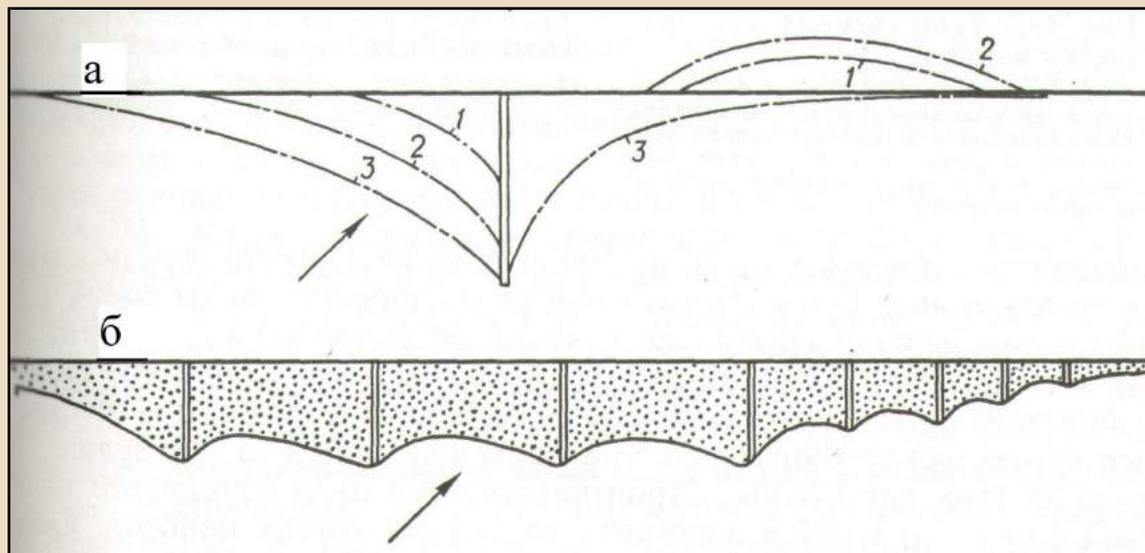


Волноотбойная стена из монолитного бетона: 1 – покрытие откоса бетонными плитами, 2 – дренажные окна 20x5 см, 3 – облицовка из натурального штучного камня, 4 – местный глинистый грунт, 5 – дерн в два слоя корнями вверх, 6 – песчано-гравелистый балласт, 7 – выкладка из крупного камня



Волноотбойная стена сборной конструкции высотой 6,0 м: 1 – шпоночные колодцы, 2 – выравнивающий слой из бетона БГМ -300, 3 – дренажные окна 10x15 см

Применяется, также, активная берегозащита в виде бун и пляжей.



Плановая схема
одионочной буны (а) и
группы бун (б):
1,2,3 – стадии работы
сооружения



Буны на Черном море у г. Сочи

Реки в течение своей жизни многократно меняют русло.

Река в лесотундре Ненецкого автономного округа:
сверху видно современное русло реки и то, как пролегал ее путь в прошлом



Берега рек разрушаются преимущественно вследствие размыва течениями (береговая эрозия).

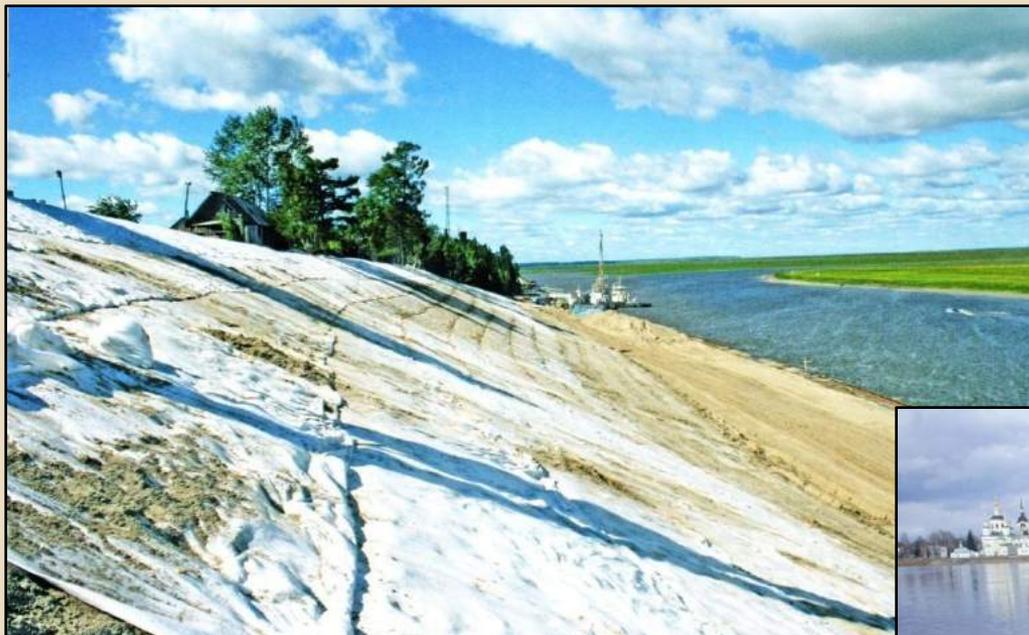


Размываемый берег р. Сухоны выше с. Опоки. Половодье 2012 г.



Размываемый берег р. Лены у пос. Бестях (напротив г. Якутска): здесь рекой смыта береговая полоса шириной 300 м, уничтожены целые улицы жилых домов

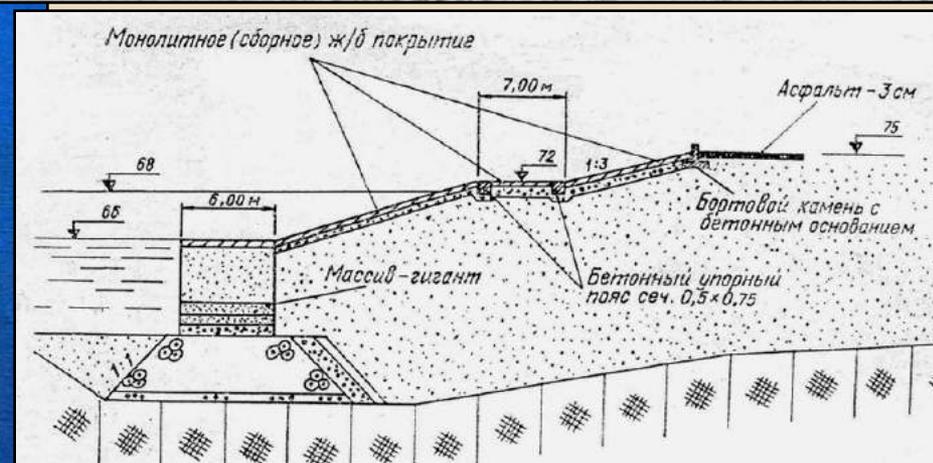
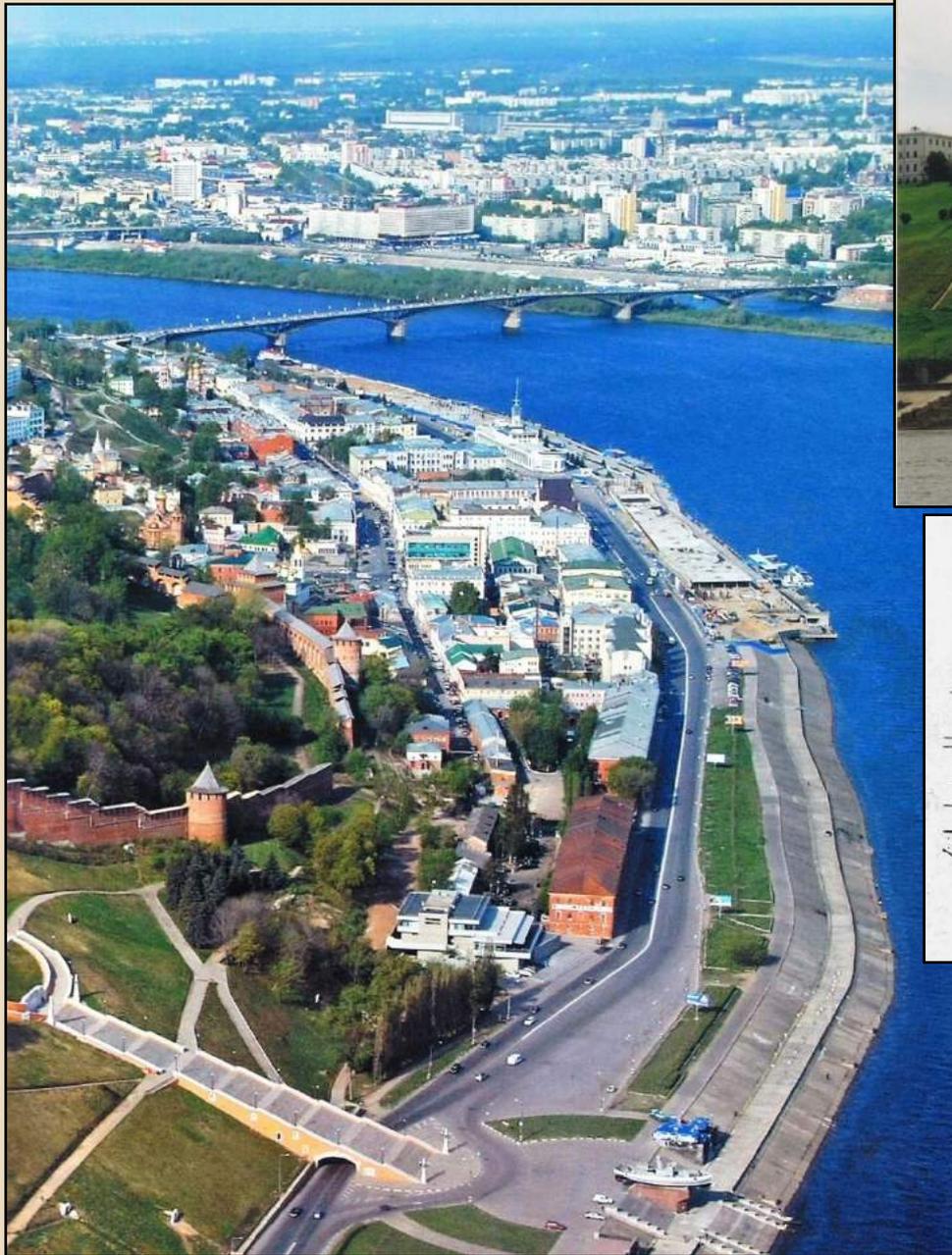
В населенных пунктах участки берегов рек защищают от размыва преимущественно берегоукреплениями откосного типа (пассивная берегозащита).



Строительство берегоукрепления на р. Конде у пос. Междуреченский в Ханты-Мансийском автономном округе для защиты 45 домов, «зависших» на обрыве высотой 25 метров



Крепление берега р. Сухоны в Дымковской слободе напротив г. Великого Устюга. 2012 г.



Полукосное железобетонное крепление правого берега р. Волги и р. Оки в Нижнем Новгороде (построено в 1960 – 1970 –х гг., в 2000 – х гг. реконструируется)

Переформирование берегов водохранилищ – процесс, наведенный человеческой деятельностью (антропогенный).

Протяженность разрушающихся берегов на всех водохранилищах России объемом свыше 0,1 км³ около 25000 км.

Наибольшему разрушению подвержены **абразионные берега**, разрушающиеся вследствие волнового воздействия.

По Волжско-Камскому каскаду (11 водохранилищ):

протяженность береговой линии водохранилищ	14915 – 16080 км
в том числе абразионные берега.....	5663 – 7160 км (37,9 – 44,5 %)
площадь потерянных земель из-за разрушения берегов.....	39,4 – 43,4 тыс. га
площадь затопленных земель (суши).....	2128,8 тыс. га
площадь потерянных земель в % от площади затопленных земель....	1,85 – 2,04 %
протяженность берегов водохранилищ в пределах населенных пунктов.....	1227 км
в том числе в пределах крупных городов (24 города).....	540 км

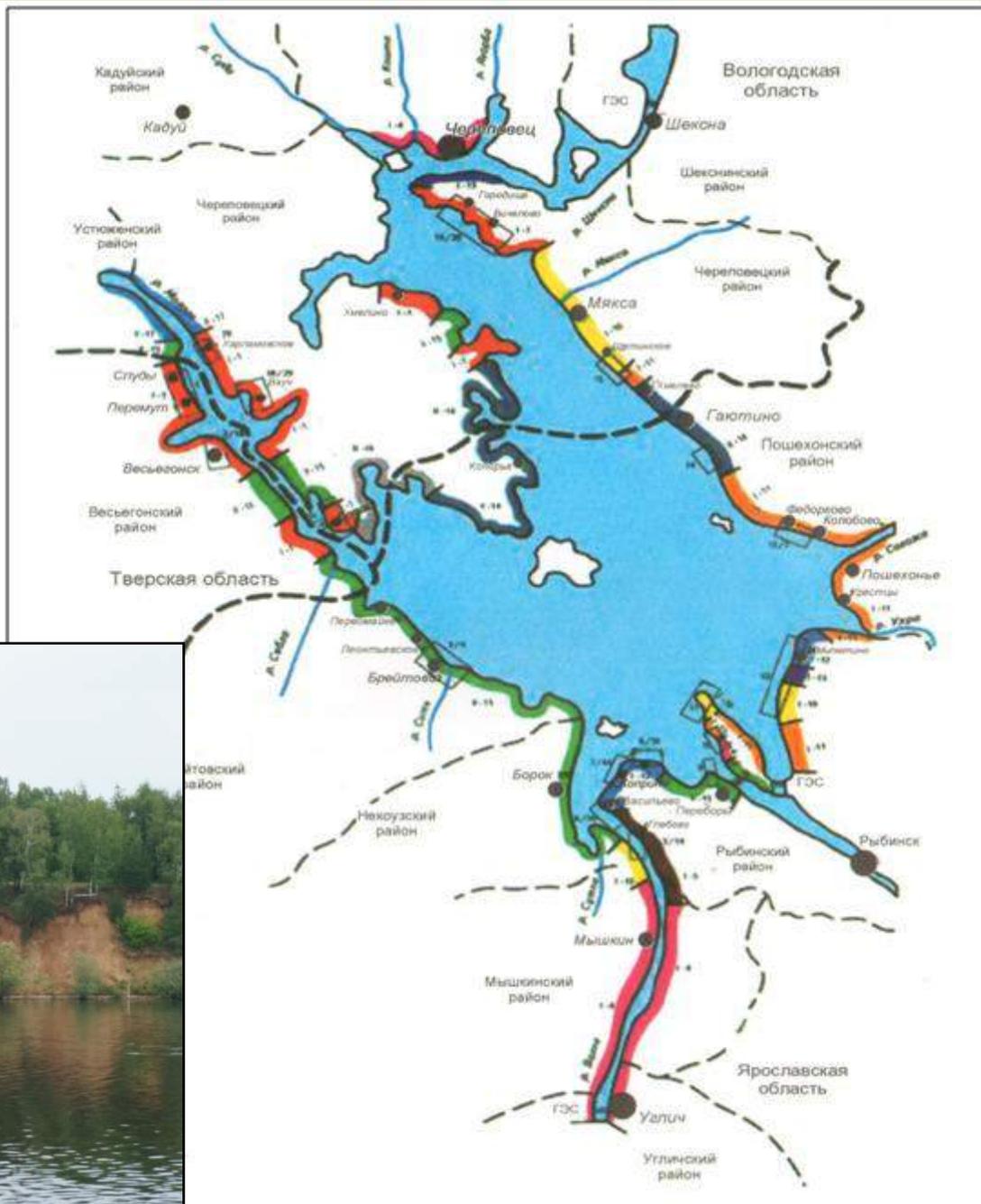
Пример Рыбинского водохранилища – типы берегов:

красный цвет – абразионные;

желтый цвет – аккумулятивные;

зеленый цвет – нейтральные

Размываемый берег в Волжском плесе Рыбинского водохранилища.
2012 г.



а



б



Абразионные берега
водохранилищ (2000 –е гг.):
а – Камского;
б – Саратовского;
в – Волгоградского

в

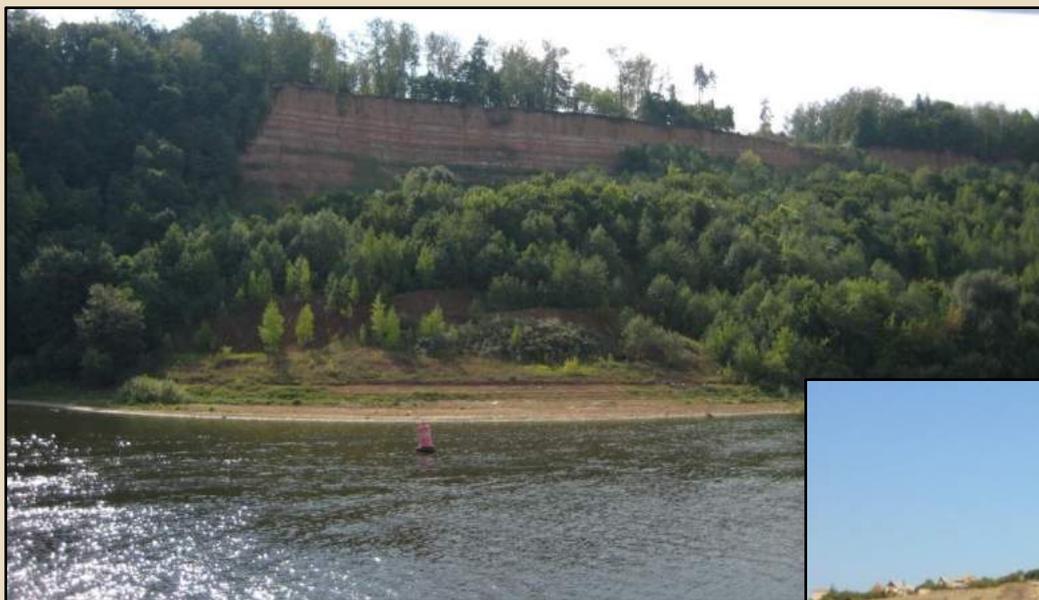


Наиболее опасны непредсказуемым поведением **оползневые берега**. Оползни Провоцируются колебаниями уровня воды и абразионной подрезкой основания.

По Волжскому каскаду (Горьковское – Волгоградское водохранилища):

протяженность оползневых склонов.....3050 км,

в том числе опасных участков.....565 км.



След оползня соскальзывания на правом берегу р.Волги выше г. Лыскова в пределах подпора Чебоксарским водохранилищем при ВПУ=63,0 м



Село Синенькое на правом берегу Волгоградского водохранилища. Строения расположены на оползневых террасах

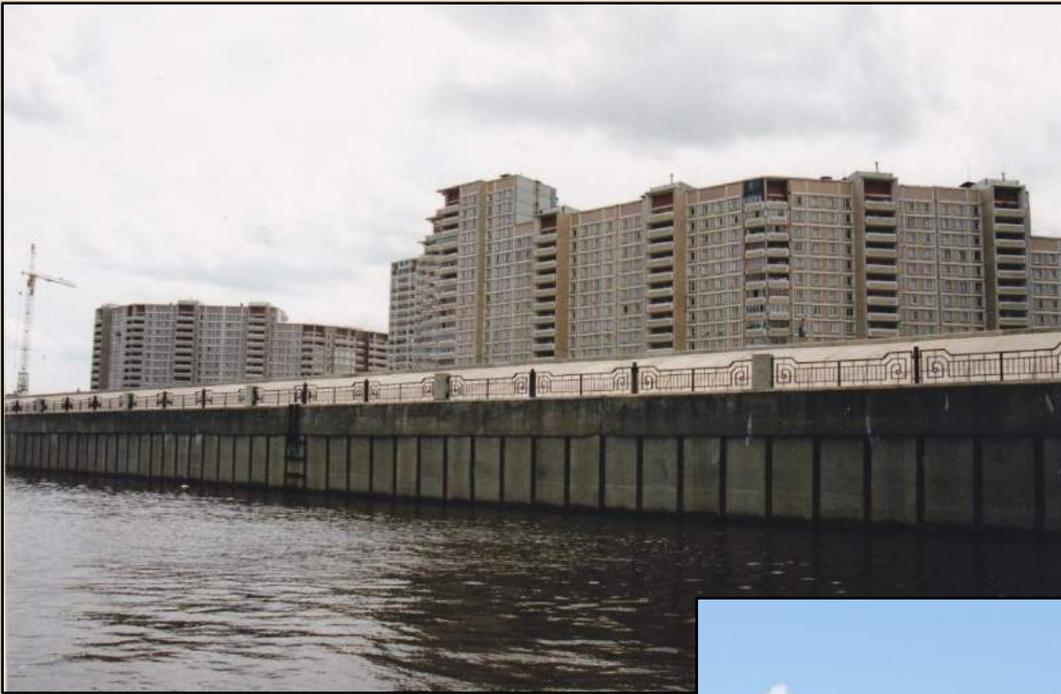
Берегоукрепительные мероприятия на водохранилищах проводят в районах городов и населенных пунктов (2000 – 2005 гг. – в 26 городах и населенных пунктах, в т.ч. по 15 объектам на водохранилищах Волжско-Камского каскада).

Наиболее надежными и долговечными являются капитальные набережные.



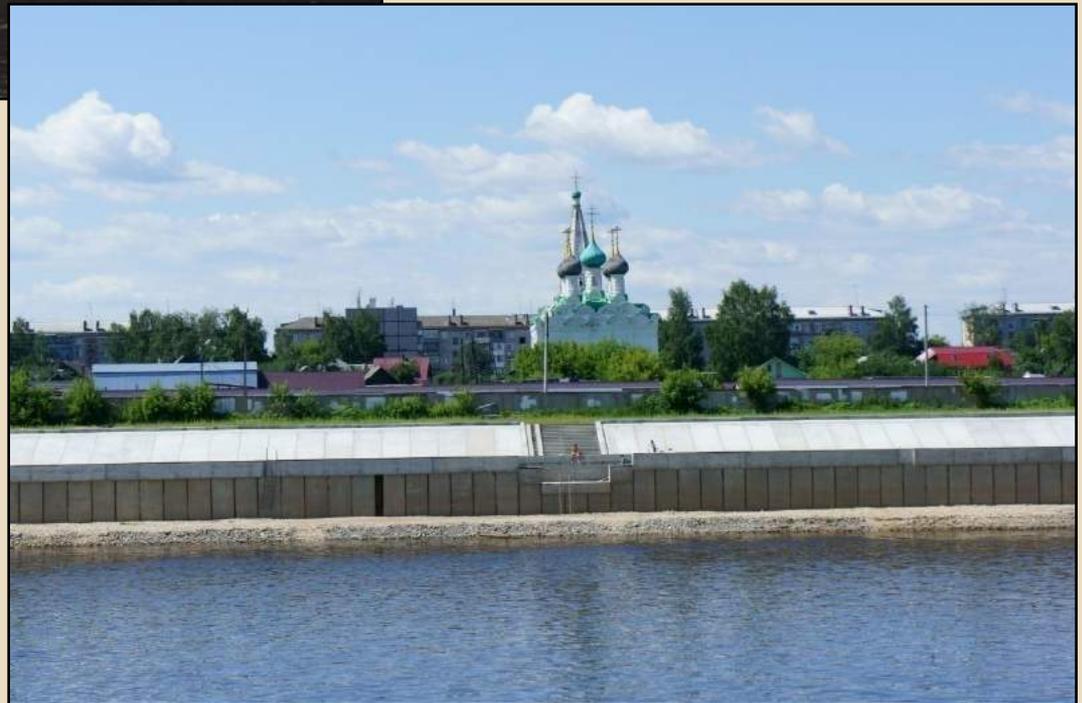
Разрушенное после 30 лет эксплуатации берегоукрепление и новая набережная Воткинского водохранилища в с. Усть-Качка на участке бальнеологического курорта. 2009 г.

а



б

Новые волжские набережные с вертикальной шпунтовой стенкой в микрорайоне «Мещерское озеро» г. Нижнего Новгорода (а) и в г. Балахне (б), построенные под отметку НПУ=68,0 м Чебоксарского водохранилища



Для откосных берегоукреплений в последние годы стали использовать гибкие железобетонные покрытия (тюфяки).



Строительство откосного берегоукрепления Камского водохранилища у с. Посёр из гибких железобетонных тюфяков на слое геотекстиля. 2007 г.

В отечественную практику с подачи итальянской компании «Маккаферри» с 1990 – х гг. активно внедряются **берегозащитные сооружения из габионов**. Однако, долговечность сооружений из габионов в условиях волновых и ледовых воздействий вызывает большие сомнения.



Берегозащитная стенка из габионов на Камском водохранилище в г. Добрянке. 2007 г.

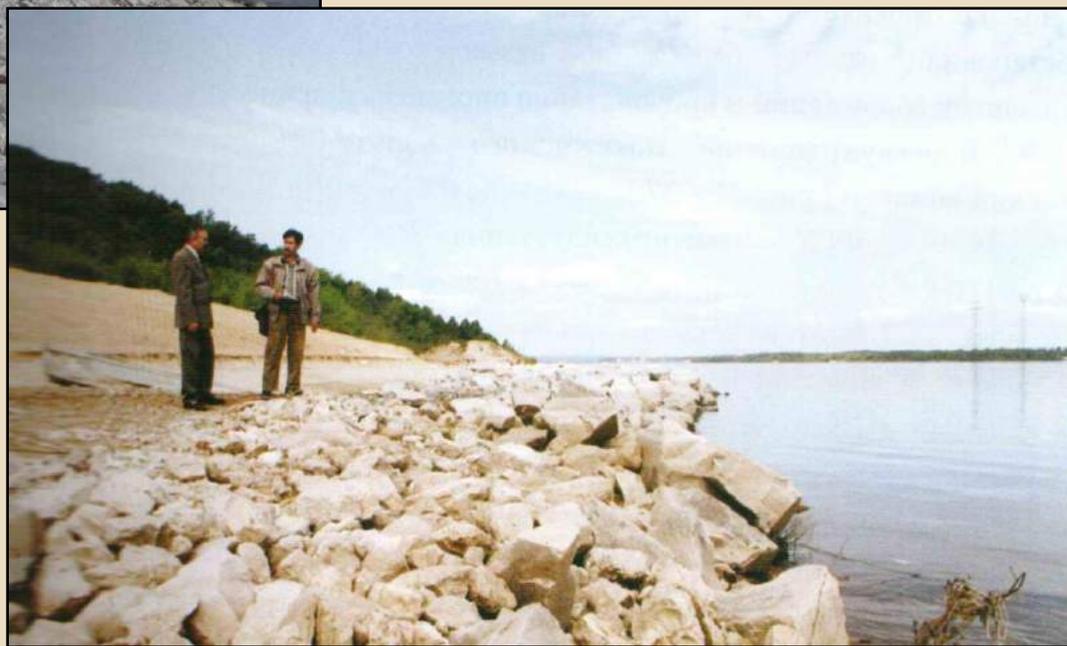


Состояние укрепления из габионов на побережье Балтийского моря в Калининградской области у г. Светлогорска после четырех лет эксплуатации. 2013 г. [Гидротехника №3, 2013]

На некоторых участках берегов действующих водохранилищ отдается предпочтение **берегозащите из каменной наброски** или горной массы в силу относительно невысокой стоимости. Крепления из камня изверженных пород надежны, из камня осадочных пород – недолговечны.

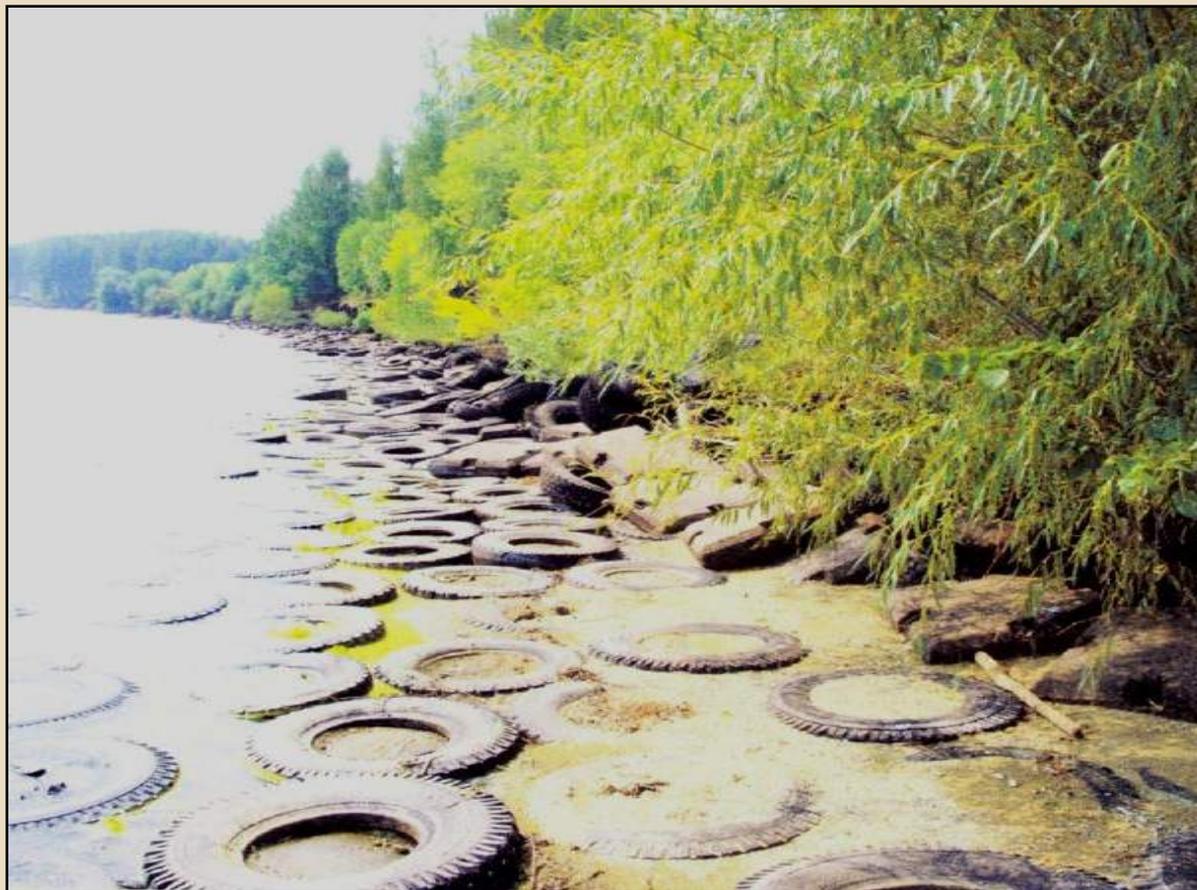


Новая отсыпка гранитного камня на откосе набережной р. Волги в г. Костроме. 2008 г.



Берегоукрепление из горной массы камня – известняка на Куйбышевском водохранилище у д.Криуши в Чувашии. 2001г.

В практике пассивной берегозащиты опробовались **крепления** разных видов **из автопокрышек**, но распространения не нашли.



Неэстетичное и небезопасное для людей, но небезуспешное крепление автопокрышками берега Пензенского водохранилища на р.Суре. 2010 г.

Для активной защиты пологих берегов водохранилищ с вдольбереговым потоком наносов применяют **буны**.



Сплошные буны на левом мелководном берегу Горьковского водохранилища
у д. Большой Суходол

Очевидно, что принятие решений по защите от негативного воздействия вод возможно лишь для ограниченных участков побережий морей, рек и водохранилищ с наиболее высокой степенью угрозы населению, социально – экономической структуре поселений и природной среде.

Схемы комплексного использования и охраны водных объектов

Стратегические задачи развития водного хозяйства России решаются с помощью Схем комплексного использования и охраны водных объектов (СКИОВО).

СКИОВО разрабатываются для бассейнов всех крупных рек страны на срок не менее 10 лет согласно документу «Методические указания по разработке схем комплексного использования и охраны водных объектов», в соответствии с постановлением Правительства Российской Федерации от 30.12. 2006 г. № 883 «О порядке разработки, утверждения и реализации схем комплексного использования и охраны водных объектов, внесения изменений в эти схемы».

СКИОВО разрабатываются в целях:

- 1) определения допустимой антропогенной нагрузки на водные объекты;
- 2) определения потребностей в водных ресурсах в перспективе;
- 3) обеспечения охраны водных объектов;
- 4) определения основных направлений деятельности по предотвращению негативного воздействия вод.

Схемами комплексного использования и охраны водных объектов

устанавливаются:

- 1) целевые показатели качества воды в водных объектах на период действия этих схем;
- 2) перечень водохозяйственных мероприятий и мероприятий по охране водных объектов;
- 3) водохозяйственные балансы, предназначенные для оценки количества и степени освоения доступных для использования водных ресурсов в границах речных бассейнов;
- 4) лимиты забора (изъятия) водных ресурсов из водного объекта и лимиты сброса сточных вод, соответствующих нормативам качества, в границах речных бассейнов при различных условиях водности;
- 5) основные целевые показатели уменьшения негативных последствий наводнений и других видов негативного воздействия вод, перечень мероприятий, направленных на достижение этих показателей;
- 6) предполагаемый объем необходимых финансовых ресурсов для реализации схем комплексного использования и охраны водных объектов.

Схемы разрабатываются уполномоченным Правительством Российской Федерации федеральным органом исполнительной власти, рассматриваются бассейновыми советами **и утверждаются** для каждого речного бассейна уполномоченным Правительством Российской Федерации федеральным органом исполнительной власти.

Схемы разрабатываются на геоинформационной основе в соответствии с требованиями к техническим и программным средствам ведения слоев цифровой картографической основы.

Материалы утвержденных Схем предназначены для:

- 1) планирования и реализации водохозяйственных и водоохраных мероприятий в рамках федеральной адресной инвестиционной программы, федеральных, региональных, ведомственных целевых программ;
- 2) разработки региональных и муниципальных программ (планов) водохозяйственных и водоохраных мероприятий;
- 3) подготовки предложений по установлению и пересмотру ставок платы за пользование водными объектами;
- 4) регулирования водопользования, в том числе определения объемов допустимого забора (изъятия) водных ресурсов, объемов допустимого сброса сточных вод и др.

Схемы комплексного использования и охраны водных объектов **являются обязательными** для органов государственной власти, органов местного самоуправления.

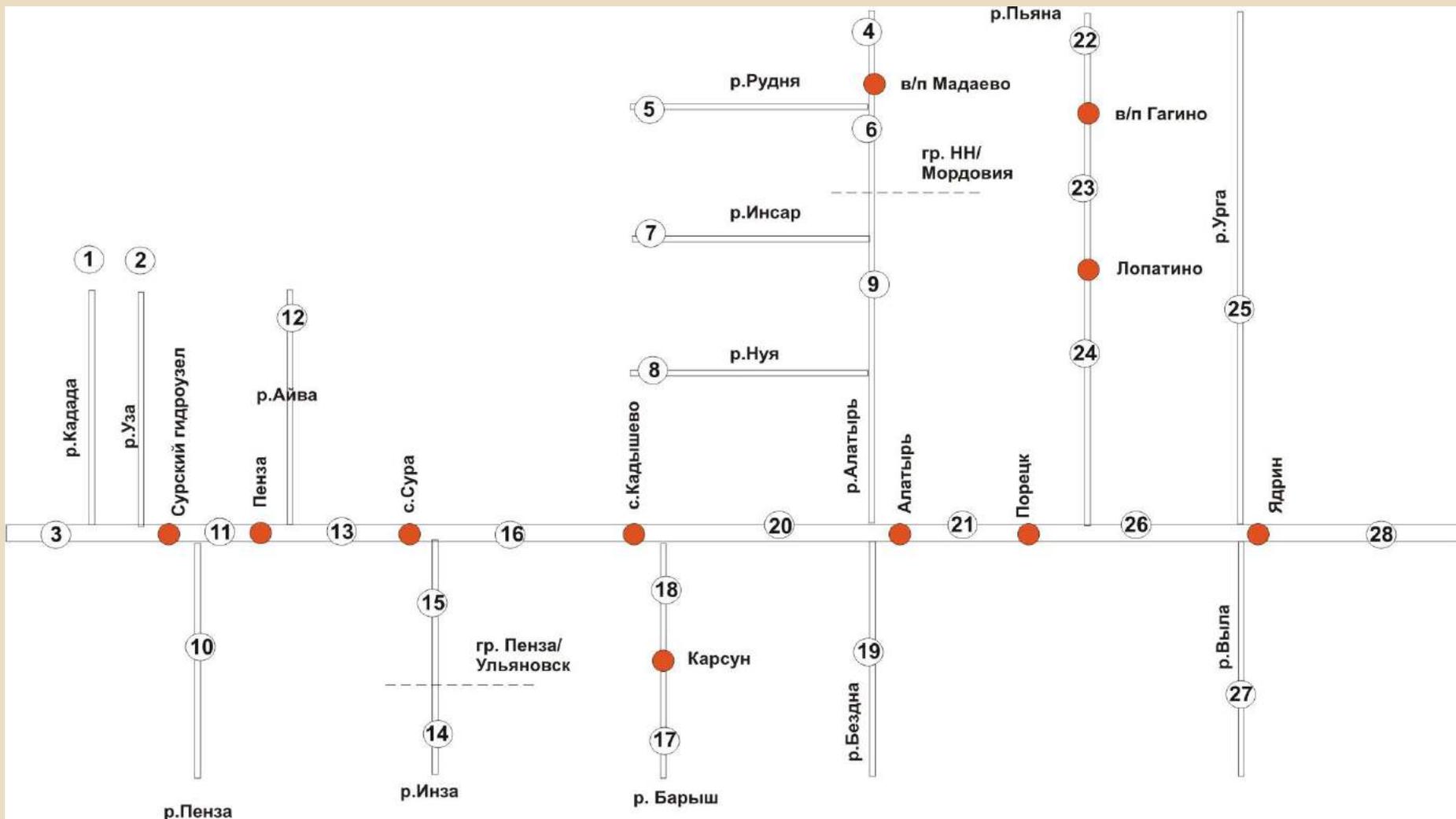
Водохозяйственный баланс водных объектов бассейна

Водохозяйственные балансы (ВХБ) позволяют определить соотношение располагаемых водных ресурсов и расчетного водопотребления при соответствующем уровне развития экономики.

Различают **проектные (перспективные) ВХБ**, составляемые в СКИОВО на перспективу 5...20 лет. Для оценки соответствия ресурсов и требований к воде на современном уровне развития служат **плановые балансы**. Анализ использования водных ресурсов за отчетный период (сезон, год, многолетие) проводится на основании **отчетных балансов**.

Водохозяйственные балансы составляют для речных бассейнов и расчетных водохозяйственных участков. При этом расчетный водохозяйственный участок (далее – РВХУ) является основной расчетной единицей, в пределах которой устанавливается потребность в водных ресурсах, учитываемая в ВХБ на замыкающем этот участок створе.

Структура стандартного водохозяйственного баланса включает приходную П и расходную Р части, а также результат ВХБ. Результат ВХБ характеризуется наличием резервов ($P \geq P$) или дефицитов ($P < P$) стока.



Пример размещения водохозяйственных участков при разработке СКИОВО бассейна р. Суры

Расчетные интервалы времени для ВХБ устанавливают месячные, декадные, пентадные, или даже суточные. На малые интервалы разбивают период половодья, паводка – то есть период значимой неравномерности стока.

Для расчетов ВХБ в общем случае используют уравнение (в единицах объема воды за расчетный интервал времени):

$$B = W_{\text{вх}} + W_{\text{бок}} + W_{\text{пзв}} + W_{\text{вв}} + W_{\text{дот}} \pm \Delta V \pm W_{\text{л}} - \\ - W_{\text{исп}} - W_{\text{ф}} - W_{\text{у}} - W_{\text{пер}} - W_{\text{вдп}} - W_{\text{кп}}, \text{ млн м}^3,$$

где $W_{\text{вх}}$ – объём стока, поступающий за расчетный период с вышележащих участков рассматриваемого водного объекта, млн.м³;

$W_{\text{бок}}$ – объём боковой приточности за расчетный период на расчетном ВХУ ;

$W_{\text{пзв}}$ – объём водозабора из подземных вод;

$W_{\text{вв}}$ – возвратные воды: объем водоотведения на водохозяйственный участок;

$\pm \Delta V$ – сработка или наполнение водохранилищ на расчетном ВХУ;

$\pm W_{\text{л}}$ – потери воды при оседании льда на берега при зимней сработке водохранилищ и/или возврат воды в результате таяния льда весной;

$W_{\text{исп}}$ – потери на дополнительное испарение с акватории водоемов;

$W_{\text{ф}}$ – фильтрационные потери из водохранилищ в пределах ВХУ;

$W_{\text{у}}$ – уменьшение речного стока, вызванное водозабором из подземных водных объектов, имеющих гидравлическую связь с рекой;

$W_{\text{пер}}$ – переброска части стока (объема воды) за пределы расчетного ВХУ;

$W_{вдп}$ – суммарные требования всех водопользователей расчетного ВХУ;

$W_{кп}$ – требуемая величина стока в замыкающем (выходном) створе расчетного ВХУ;

B – результирующая составляющая (избыток или дефицит водных ресурсов) ВХУ.

Результаты ВХБ фиксируют величину дефицита водных ресурсов Def , резерв воды $W_{рез}$ и проектный (транзитный) сток $W_{пс}$ на следующий ВХУ.

При $B \geq 0$ резерв водных ресурсов равен балансу $W_{рез} = B$, а дефицит $Def = 0$.

При $B < 0$ резерв водных ресурсов равен нулю $W_{рез} = 0$, а дефицит $Def = -B$.

Проектный (транзитный) сток в створе, замыкающем водохозяйственный участок, определится по формуле:

$$W_{пс} = W_{кп} - Def_{кп} + W_{рез}, \text{ млн м}^3,$$

где $Def_{кп}$ – дефицит комплексного попуска в расчетном временном интервале.

Водный режим водохранилищ при регулировании стока

Водный режим – изменение во времени уровней, расходов и объемов воды в водных объектах.

Регулирование речного стока водохранилищами

Регулирование речного стока – это накопление воды в период ее избытков и использование накопленной воды в период ее нехватки.

Виды регулирования.

По длительности периодов избытков и нехватки воды различают виды регулирования:

- суточное – ведется чаще всего для нужд гидроэнергетики;
- недельное – попуски воды из водохранилища обычно уменьшаются в выходные дни;
- сезонное (годовое) – сток выравнивается внутри года. Это наиболее распространенный вид регулирования, для которого требуется объем водохранилища, способный вместить воды половодий и паводков;
- многолетнее – сток перераспределяется между годами разной водности.

Возможность регулирования стока определяется коэффициентом регулирования – соотношением полезного объема водохранилища и объема среднегодового стока, т. е.

$$\delta_w = V_{\text{плз}} / W_0,$$

где W_0 – объем среднегодового стока.

При $\delta_w \geq 0,3 \dots 0,4$ возможно многолетнее регулирование стока;
при $0,05 \leq \delta_w < 0,3$ целесообразно сезонное (годовое) регулирование;
при $\delta_w < 0,05$ возможно только суточное или недельное регулирование или отсутствие регулирования (регулирование по водотоку).

Полезный объем и регулирующая возможность водохранилищ Волжско-Камского каскада

Водохранилище	Река	Естественный среднегодовой сток в створе гидроузла, км ³	Полезный объем водохранилища, км ³	Коэффициент регулирования	Тип регулирования
Верхневолжское	Волга	0,9	0,53	0,589	многолетнее
Иваньковское	Волга	9,433	0,813	0,086	сезонное
Угличское	Волга	14,200	0,809	0,057	недельное
Рыбинское	Волга	35,009	16,670	0,476	многолетнее
Горьковское	Волга	53,300	3,900	0,073	недельное с элементами сезонного
Чебоксарское (НПУ=68,0 / ВПУ=63,0)	Волга	111,970	5,700/0	0,051/0	недельное с элементами сезонного / полный транзит
Куйбышевское	Волга	237,0	34,6	0,146	сезонное
Саратовское	Волга	248,9	1,75	0,007	недельное
Волгоградское	Волга	251,9	8,25	0,032	недельное
Камское	Кама	52,9	9,83	0,185	сезонное
Воткинское	Кама	56,2	3,70	0,067	недельное с элементами сезонного
Нижнекамское (НПУ=68,0 / ВПУ=62,0)	Кама	92,1	4,40/0	0,047/0	недельное с элементами сезонного / полный транзит

В среднем регулирующее воздействие каскада выразилось в следующем:

- ⊕ весенний сток уменьшился в 2 раза;
- ⊕ осенне-летний сток увеличился в 1,5 раза;
- ⊕ зимний сток увеличился в 2,8 раза.

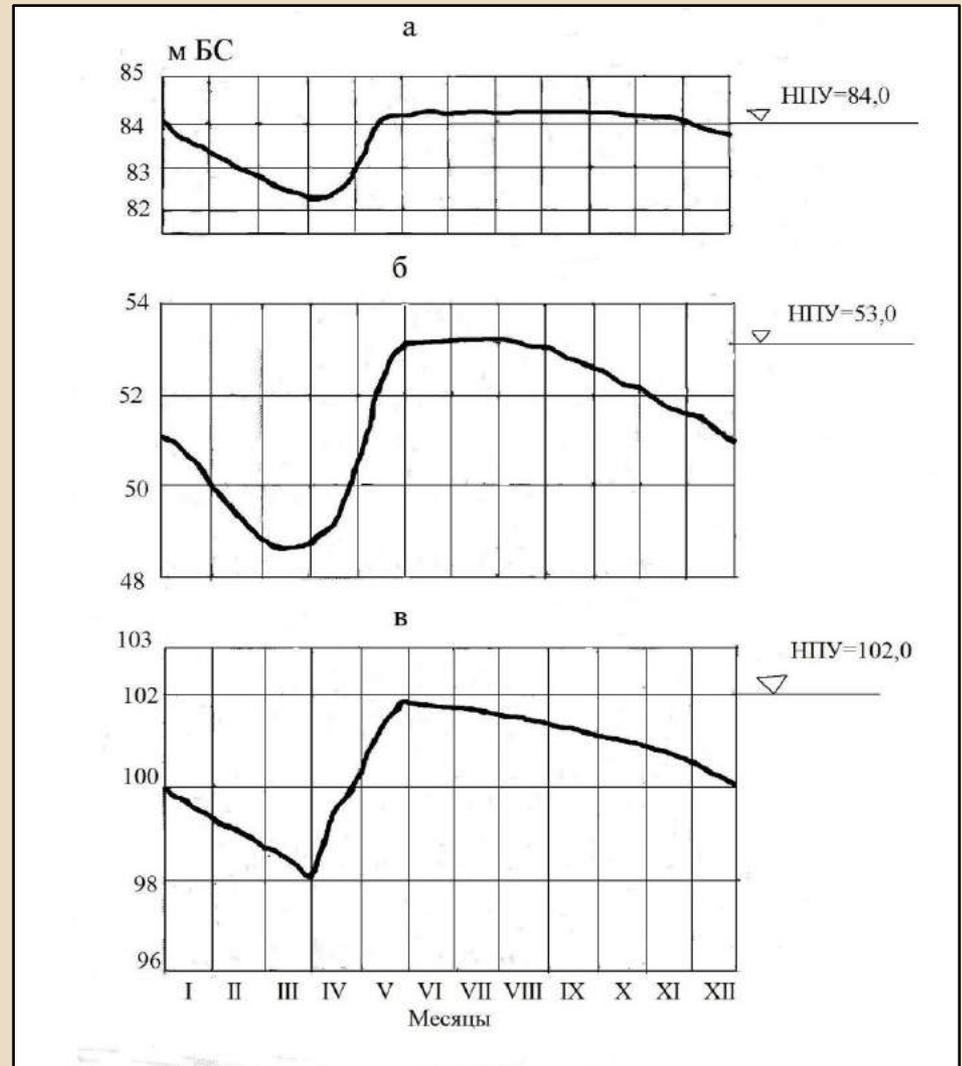
Суммарный полезный объем всех водохранилищ России – 324 км³ (41 % их полного объема), а средний годовой сток на территории страны – 4043 км³, т. е. **коэффициент регулирования стока рек в стране – 8 %.**

Характерные черты уровня режима водохранилищ

Амплитуда колебания уровней:

- ⊕ на горных водохранилищах 50 м и более;
- ⊕ на предгорных водохранилищах, образованных высоконапорными плотинами, 10 – 20 м;
- ⊕ на больших равнинных водохранилищах 6 – 8 м.

Водохранилищам многолетнего и сезонного регулирования присуща общая черта – наличие двух выраженных фаз: наполнения и сработки.



Средний годовой ход уровней водохранилищ разного типа регулирования: а – Горьковское недельного регулирования (с элементами сезонного); б – Куйбышевское сезонного регулирования; в – Рыбинское многолетнего регулирования



Осушенная зона при зимней сработке уровня Камского водохранилища



Зона сработки уровня Саяно-Шушенского водохранилища, выделяющаяся на берегах

Водный баланс водохранилищ

Водный баланс – соотношение прихода и расхода воды с учетом изменения ее запасов за выбранный интервал времени.

Для любого водохранилища можно записать **уравнение водного баланса**:

$$W_{\text{к}} - W_{\text{к-1}} = Q_{\text{пр}} \cdot t + W_{\text{о}} - Q_{\text{р}} \cdot t - Q_{\text{п}} \cdot t - W_{\text{и}} - W_{\text{л}} - W_{\text{ф}} \pm \Delta W,$$

где t – продолжительность расчетного интервала времени, с;

$W_{\text{к}}, W_{\text{к-1}}$ – объемы воды в водохранилище соответственно на конец и начало расчетного интервала, м³;

$Q_{\text{пр}}$ – расход поверхностного притока в водохранилище, м³/с;

$W_{\text{о}}$ – объем осадков на водное зеркало водохранилища, м³;

$Q_{\text{р}}$ – расход сброса воды через гидроузел (ГЭС, шлюз, водосброс), м³/с;

$Q_{\text{п}}$ – расход безвозвратного потребления воды из водохранилища, м³/с;

$W_{\text{и}}, W_{\text{л}}, W_{\text{ф}}$ – объемы потерь воды на дополнительное испарение с поверхности водохранилища, льдообразование и фильтрацию, м³;

ΔW – объем невязки баланса, м³ (допустимыми считаются величины невязки 1-5 %);

величины $W_{\text{о}}, W_{\text{и}}, W_{\text{л}}, W_{\text{ф}}$ определяются за расчетный интервал времени, а значения

$Q_{\text{пр}}, Q_{\text{р}}, Q_{\text{п}}$ берутся средние за этот интервал;

продолжительность расчетного интервала t принимается равной 1 месяцу; в

половодье – декаде или пятидневке.

Посредством уравнения можно вычислить любую искомую составляющую баланса при условии, что все остальные его составляющие известны.

В левой части уравнения записана аккумулятивная составляющая баланса. **В правой части** представлены составляющие приходной (+) и расходной (–) частей баланса. Соотношением приходной и расходной частей баланса определяются два периода в годовом цикле водного режима водохранилищ – наполнение и сработка.

Приходную часть водного баланса водохранилища определяет поверхностный приток с водосбора. При этом в каскадах приток трансформируется вышележащими водохранилищами.

Осадки на водное зеркало водохранилища играют малозаметную роль. В равнинной части европейской территории страны среднее годовое количество осадков (норма) составляет 500–600 мм, в арктической зоне Сибири 200–300 мм, на Дальнем Востоке 550–800 мм, в горных районах Алтая 800–1 300 м.

В расходной части баланса основу составляет сброс воды через гидроузел, иногда – расход безвозвратного потребления воды из водохранилища. Подчиненную роль играют потери воды на дополнительное испарение с поверхности водохранилища, льдообразование и фильтрацию.

Потери воды на дополнительное испарение с поверхности водохранилища определяются разностью между испарением с водной поверхности и с суши. Расчеты выполняются по месячным интервалам времени за безледоставный период. Объемы потерь воды по месяцам вычисляются по формуле

$$W_{И} = (E_{В} - E_{С})(F_{В} - F_{Р}) \cdot 1000 , \text{ м}^3,$$

где $E_{В}$, $E_{С}$ – слои испарения с водной поверхности и с суши за рассматриваемый месяц, мм; $F_{В}$ – площадь поверхности воды водохранилища средняя за данный месяц, км²; $F_{Р}$ – площадь поверхности воды в русле реки в пределах водохранилища, км².

На территории России средняя годовая величина испарения с поверхности суши 100-500 мм, а с водной поверхности 300-1 000 мм.

Слой испарения по районам водохранилищ Волжского бассейна равен, мм/год:

	с суши	с водной поверхности	дополнительное
Горьковское	350	450	100
Чебоксарское	300	500	200
Куйбышевское	255	630	375
Волгоградское	330	1100	770

Объем дополнительных потерь на испарение со всех водохранилищ страны не превышает 0,2 – 0,3 % стока рек.

Потери воды на льдообразование.

Безвозвратными потерями считается объем льда, сброшенный из верхнего бьефа через водосбросные сооружения.

Временными потерями считается объем осевшего зимой на берегах и растаявшего весной льда, вычисляемый по формуле

$$W_{\text{ЛЕД}} = 0,9h_{\text{ЛЕД}}(F_{\text{НАЧ}} - F_{\text{КОН}}),$$

$h_{\text{ЛЕД}}$ – толщина льда; $F_{\text{НАЧ}}$, $F_{\text{КОН}}$ – соответственно площадь водной поверхности в начале и конце льдообразования.

Превращение осевшего льда в воду приурочивается к началу половодья, длительность этого превращения – около 20 суток. При отсутствии зимней сработки водохранилища потери на временное льдообразование равны нулю.

Оседание ледяного покрова на Горьковском водохранилище в подпертом устье р. Троцы. 10.04.2005 г.



Потери стока на фильтрацию состоят из потерь через ложе водохранилища и сооружения напорного фронта гидроузла.

Фильтрационные потери через сооружения напорного фронта определяют обычными фильтрационными расчетами. Потери на фильтрацию через ложе водохранилища оценивают приближенно:

Гидрогеологические условия	Слой потерь за год, см	Потери стока в % среднего объема водохранилища	
		за год	за месяц
Ложе состоит из водонепроницаемых пород, уровень грунтовых вод долины реки выше подпорных уровней	0...50	5...10	0,5...1,0
Маловодопроницаемые породы ложа, уровень грунтовых вод долины реки выше подпорных уровней	50...100	10...20	1,0...1,5
Водопроницаемые породы ложа, уровень грунтовых вод долины реки ниже подпорных уровней	100...200	20...40	1,5...3,0

Если потери принимаются как доля объема, то $W_{\phi} = d_{\phi} V$,

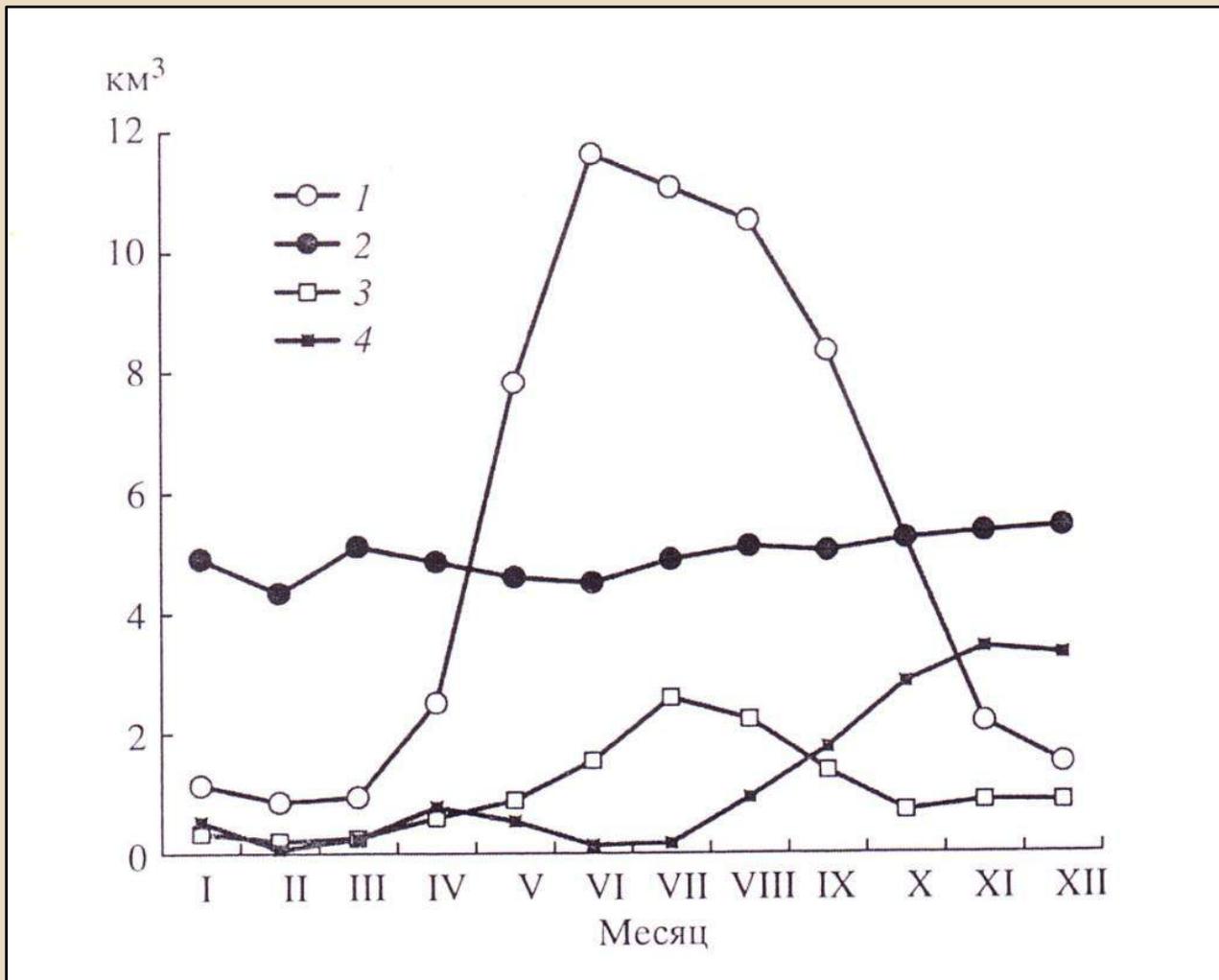
где d_{ϕ} – доля потерь по таблице; V – средний объем водохранилища за рассматриваемый период.

Пример: суммарный фильтрационный расход из Горьковского водохранилища 130058 м³/сутки, фильтрационные потери за год 47,4 млн. м³ при полном объеме водохранилища 8,7 км³, т.е. 0,54 % в год от полного объема.

Примеры водных балансов водохранилищ

Средний многолетний водный баланс водохранилищ Волжского каскада

Водохранилище	Ряд наблюдений	Приход, км ³ /%			Расход, км ³ /%		
		Приток	Осадки	Сумма	Сток	Испарение	Сумма
Иваньковское	1951-1990	10,07	0,19	10,26	10,09	0,17	10,26
Угличское	1948-1990	11,46	0,15	11,61	11,47	0,14	11,61
Рыбинское	1947-1991	33,10	2,26	35,36	33,30	2,06	35,36
Горьковское	1957-1990	49,53	0,95	50,48	49,57	0,91	50,48
Чебоксарское	1981-1990	118,8	0,61	119,50	118,78	0,72	119,50
Куйбышевское	1957-1991	244,3	2,92	247,22	243,86	3,36	247,22
Саратовское	1969-1990	248,3	0,98	249,28	247,96	1,31	249,28
Волгоградское	1962-1990	259,2	1,24	260,44	258,98	1,46	260,44



Внутригодовое распределение элементов водного баланса оз. Байкал в условиях зарегулированного режима за 1962-2008 гг.: 1 - приток; 2- сток; 3- осадки; 4- испарение

Водохозяйственные расчеты водохранилищ

С использованием уравнения водного баланса проводят водохозяйственные расчеты для установления проектных параметров и режима работы водохранилища. В их состав входят:

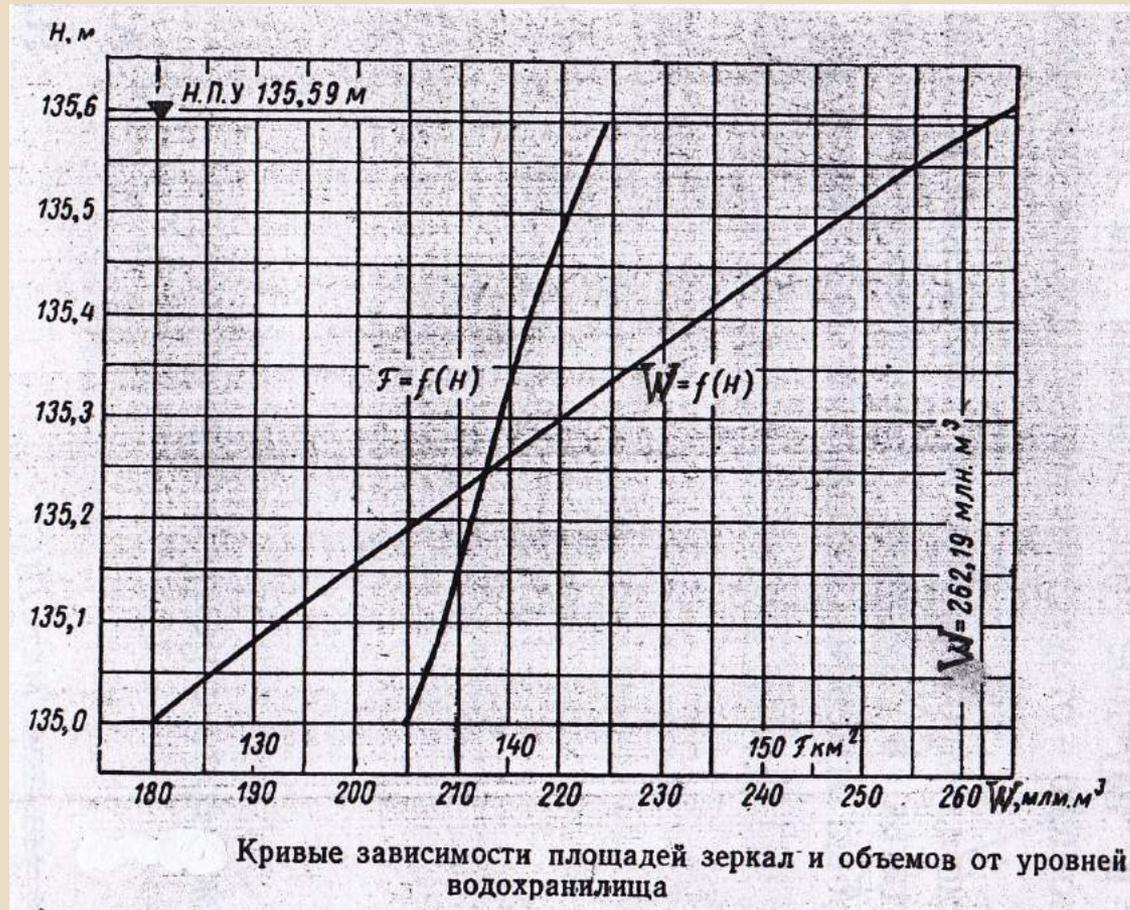
- ✦ назначение нормального подпорного уровня – НПУ, уровня мертвого объема – УМО, форсированного подпорного уровня – ФПУ;
- ✦ установление характерных объемов: полезного $V_{плз}$, мертвого V_M , полного $V_{п} = V_{плз} + V_M$, форсированного $V_{фс}$;
- ✦ определение расходов и режима водопотребления из водохранилища (отдачи водохранилища);
- ✦ выяснение потерь стока из водохранилища.

Отдачу водохранилищ связывают с надежностью водообеспечения. Показателем надежности является гарантированная отдача, которая может быть предоставлена с некоторой вероятностью. Вероятность задается в виде расчетной обеспеченности (вероятности превышения):

Обеспеченность отдачи водохранилищ по числу бесперебойных лет

Отрасль	Обеспеченность, %
Промышленное водоснабжение	95...97
Водоснабжение ТЭС	97...99
Гидроэлектростанции крупные	85...98
Орошение земель	75...85

Пример водохозяйственного расчета водохранилища



Основные параметры водохранилища: НПУ = 135,59 м; УМО = 135,00 м;
 $W_{\text{полн}} = 262,19$ млн m^3 ; $W_{\text{полезн}} = 82,19$ млн m^3 ; $W_{\text{м}} = 180,00$ млн m^3 .

Водохозяйственный расчет на постоянную отдачу

Месяца	Расходы при-тока в м³/сек	Потери в м³/сек				Расходы при-тока за вычетом потерь в м³/сек	Потребление в м³/сек	Сбросные рас-ходы в м³/сек	Накопление и сработка водохрани-лища		Объем водохра-нилища к концу срока в млн. м³	Уровень воды в водохранилище Н в м		Площадь зеркала водохранилища F в км²	
		испаре-ние	филтра-ция	льдообра-зование	суммар-ные				м³/сек	млн. м³		к концу месяца	средний за месяц	к концу месяца	средняя за месяц
IV	38,0	0,85	0,48	+1,6	+0,27	38,27	5,3	0,77	-31,6	-82,19	262,19	135,00*	—	135,90	—
V	56,0	1,70	0,48	—	2,18	53,82	5,3	48,52	—	—	262,19	135,59	135,59	143,51	143,51
VI	22,0	2,1	0,48	—	2,58	19,42	5,3	14,12	—	—	262,19	135,59	135,59	143,51	143,51
VII	7,27	2,2	0,48	—	2,68	4,59	5,3	—	0,71	1,87	260,32	135,58	135,58	143,5	143,50
VIII	3,03	1,7	0,48	—	2,18	0,85	5,3	—	4,45	11,7	248,62	135,50	135,54	142,3	142,9
IX	3,08	1,3	0,48	—	1,78	1,3	5,3	—	4,0	10,5	238,12	135,43	135,46	141,10	141,7
X	4,33	0,75	0,48	—	1,23	3,1	5,3	—	2,2	5,8	232,32	135,39	135,41	140,60	140,85
XI	4,65	—	0,48	0,09	0,57	4,08	5,3	—	1,22	3,22	229,1	135,36	135,37	140,2	140,4
XII	1,89	—	0,48	0,37	0,85	1,04	5,3	—	4,26	11,2	217,9	135,28	135,32	139,4	139,8
I	1,30	—	0,48	0,37	0,85	0,45	5,3	—	4,85	12,8	205,1	135,19	135,23	138,4	138,9
II	0,90	—	0,48	0,37	0,85	0,05	5,3	—	5,25	12,8	192,3	135,10	135,15	137,40	137,9
III	1,53	—	0,48	0,40	0,88	0,65	5,3	—	4,65	12,3	180,0*	135,0*	135,05	135,90	136,65
				0					0						

* Объем и уровень водохранилища к началу водохозяйственного года ($W_M = 180,00$ млн. м³ и $УМО = 135,00$ м)

Определение проектных морфометрических параметров водохранилищ

Основные параметры неэнергетических водохранилищ устанавливают следующим образом.

■ Определяется мертвый объем V_M с учетом заиления, санитарных, технических и иных требований.

Минимальное значение мертвого объема обычно назначают из условия его заиления за расчетный срок службы:

$$V_M \geq T_{\text{ЭКС}} [W_{\text{ВЗВ}}(1 - \delta_{\text{ВЗВ}}) + W_{\text{ВЛК}}],$$

где $T_{\text{ЭКС}}$ – срок службы водохранилища [СП 58.13330.2012] ;

$\delta_{\text{ВЗВ}}$ – доля наносов, проходящих транзитом, $\delta_{\text{ВЗВ}} = 0,3 \dots 0,4$ (для русловых гидроузлов $\delta_{\text{ВЗВ}} = 0,7 \dots 0,8$); $W_{\text{ВЗВ}}$ и $W_{\text{ВЛК}}$ – соответственно годовые объемы взвешенных и влекомых наносов.

При известном мертвом объеме выясняется УМО и площадь водной поверхности $F_{\text{УМО}}$, а также глубина максимальная и средняя, площадь мелководья и т. п.

Параметры водохранилища при УМО должны удовлетворять санитарным требованиям.

Санитарные требования к водохранилищам

Наименование требований	Источник	Требуемая величина
Площадь мелководий (с глубиной менее 2 м)	СанПиН 3907-85	Не более 15...20 % общей площади водохранилища
Глубина воды в весенне-летний период	СНиП 2.07.01-89*	Не менее 1,5 м
Водообмен за весенне-летний период при площади водной поверхности: более 6 га	СНиП 2.07.01-89*	2 раза

- Сопоставлением стока реки и водопотребления из водохранилища с учетом потерь стока выясняется полезный объем $V_{плз}$.
- Вычисляется полный объем $V_{п} = V_{плз} + V_{м}$, по величине которого и кривой объемов определяется НПУ, а по величине мертвого объема – УМО.
- Из расчетов трансформации половодья и паводков выясняется форсированный объем $V_{фс}$; по сумме полного и форсированного объема определяется ФПУ.

Водный режим нижних бьефов гидроузлов

Водный режим в нижних бьефах гидроузлов определяется видом регулирования стока. В наибольшей мере его изменчивость проявляется на свободных участках рек.



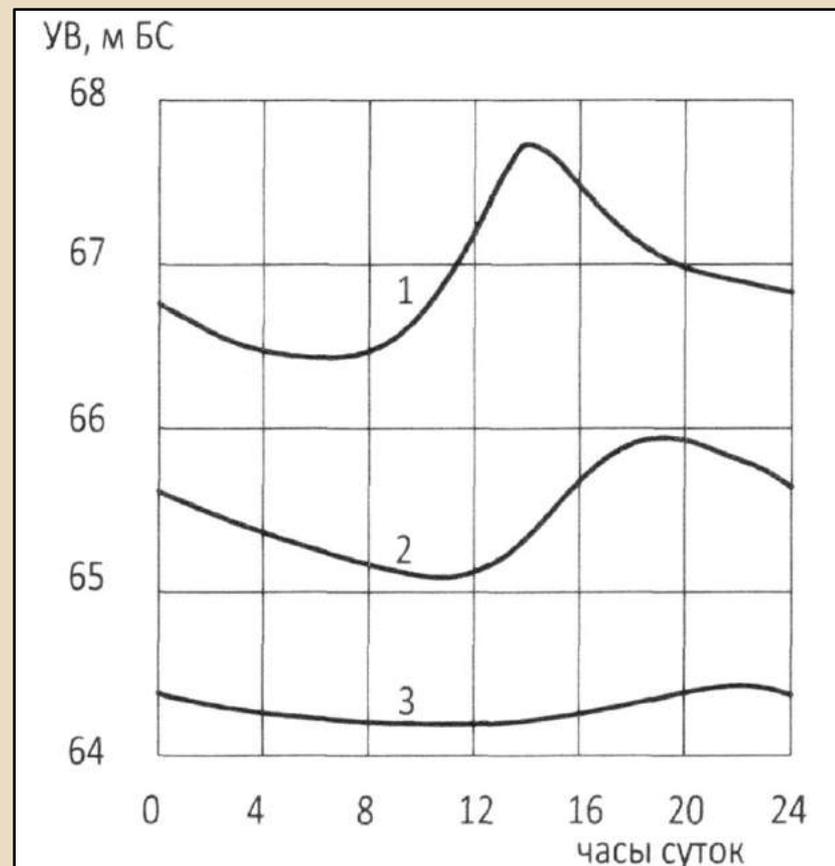
Свободный (неподпертый) нижний бьеф Миатлинской ГЭС на р. Сулак в Дагестане: вид от ОРУ

При сезонном регулировании (выравнивании) уменьшаются половодные и увеличиваются межени (летние и зимние) среднесуточные расходы воды. При этом режим уровней нижнего бьефа на крупных реках изменяется на протяжении сотен километров.

Изменение среднемесячных зимних расходов и уровней воды р. Колымы после пуска Колымской ГЭС

Пункт	Естественные условия		После пуска ГЭС в 1989-1990 гг.	
	снижение расходов воды с октября по март- апрель, м ³ /с	понижение уровней воды за зимний период, м	расходы воды, м ³ /с	повышение уровней воды против естественных, м
Створ Колымской ГЭС (Синегорье)	от 150 до 2–3	0,84	225-350	–
Створ Усть-Средне-канской ГЭС (230 км ниже по течению)	от 240 до 6–5	0,76	250-380	1,4-2,8
Среднеколымск (1240 км ниже Колымской ГЭС)	от 980 до 65–55	0,73	300-450	0,7

При суточном регулировании резко колеблется величина сбросов воды через ГЭС в течении суток. Соответствующие колебания уровней воды на больших реках прослеживаются на расстояние 50 – 100 км от ГЭС. Они могут мешать судоходству.



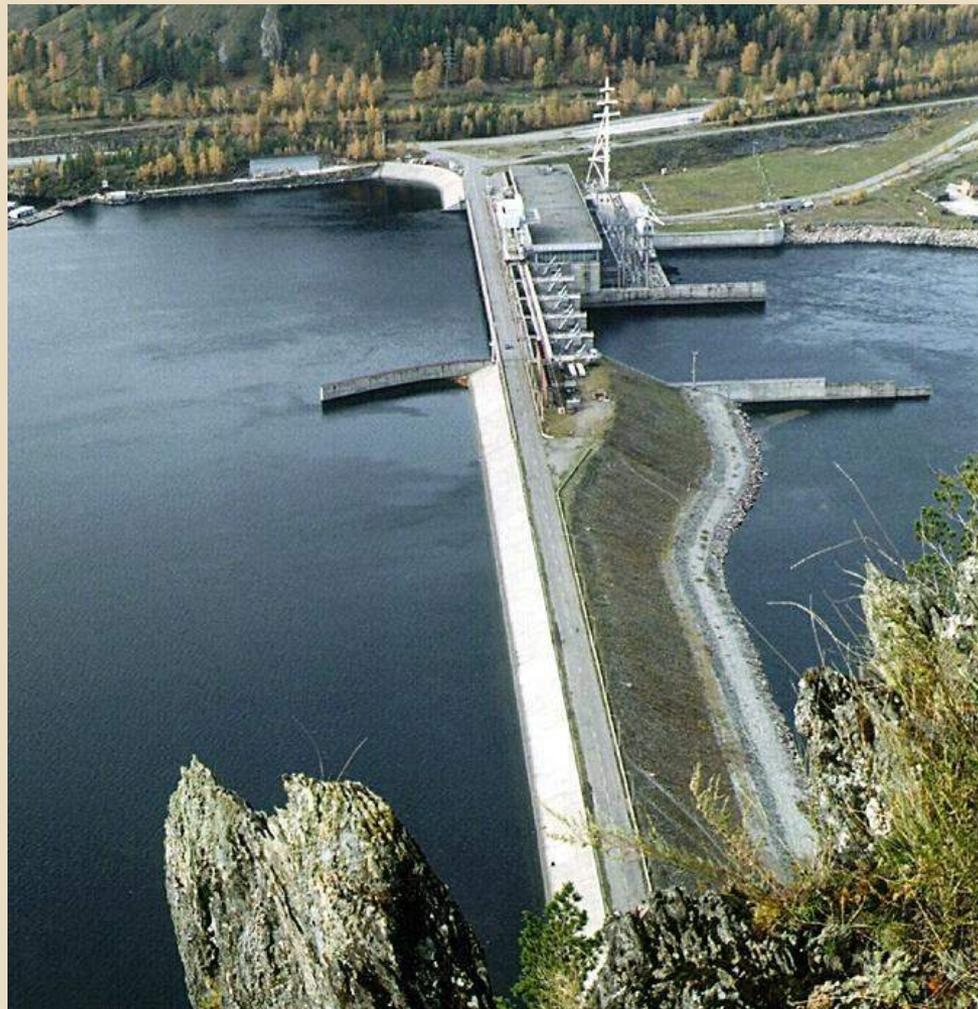
Режим уровней воды в р. Волге при суточном графике работы Нижегородской ГЭС со среднесуточным расходом $1100 \text{ м}^3/\text{с}$:
1 – гидропост №7 г. Городец, 6 км от ГЭС;
2 – гидропост г. Балахна, 26 км от ГЭС;
3 – гидропост г. Н. Новгород – Сормово, 50 км от ГЭС



Осушение мелководий в нижнем бьефе Нижегородской ГЭС (3 км ниже плотины) в результате суточной цикличности работы гидроагрегатов

Для уменьшения внутрисуточных колебаний уровней в нижних бьефах крупных гидроузлов строятся гидроузлы – контррегуляторы.

Пример: контррегулирующий Майнский гидроузел, расположенный в 21,5 км ниже Саяно-Шушенского гидроузла по течению р. Енисея. Полезный объем Майнского водохранилища 0,0487 км³ предназначен для выравнивания суточных колебаний расходов воды Саяно-Шушенской ГЭС. Паводковые расходы пропускаются транзитом.



Майнский гидроузел на р. Енисее. Вид с правого берега: грунтовая плотина, водосливная плотина, здание ГЭС

При изменении водного режима в нижнем бьефе необходимо соблюдение требуемых санитарно-гигиенических условий, что обеспечивается специальными санитарными попусками (расходами).

Санитарные попуски в нижнем бьефе гидроузла [СанПин 3907-85]

Характеристика попуска	Значение
Минимальный санитарный расход воды	Не меньше минимального среднесуточного расхода воды летней и зимней межени года 95 % обеспеченности по годовому стоку
Минимальный санитарный расход воды в каскаде гидроузлов	Обеспечивающее скорость течения не менее минимальной до сооружения гидроузла

Изменение морфометрических параметров водохранилищ в период эксплуатации

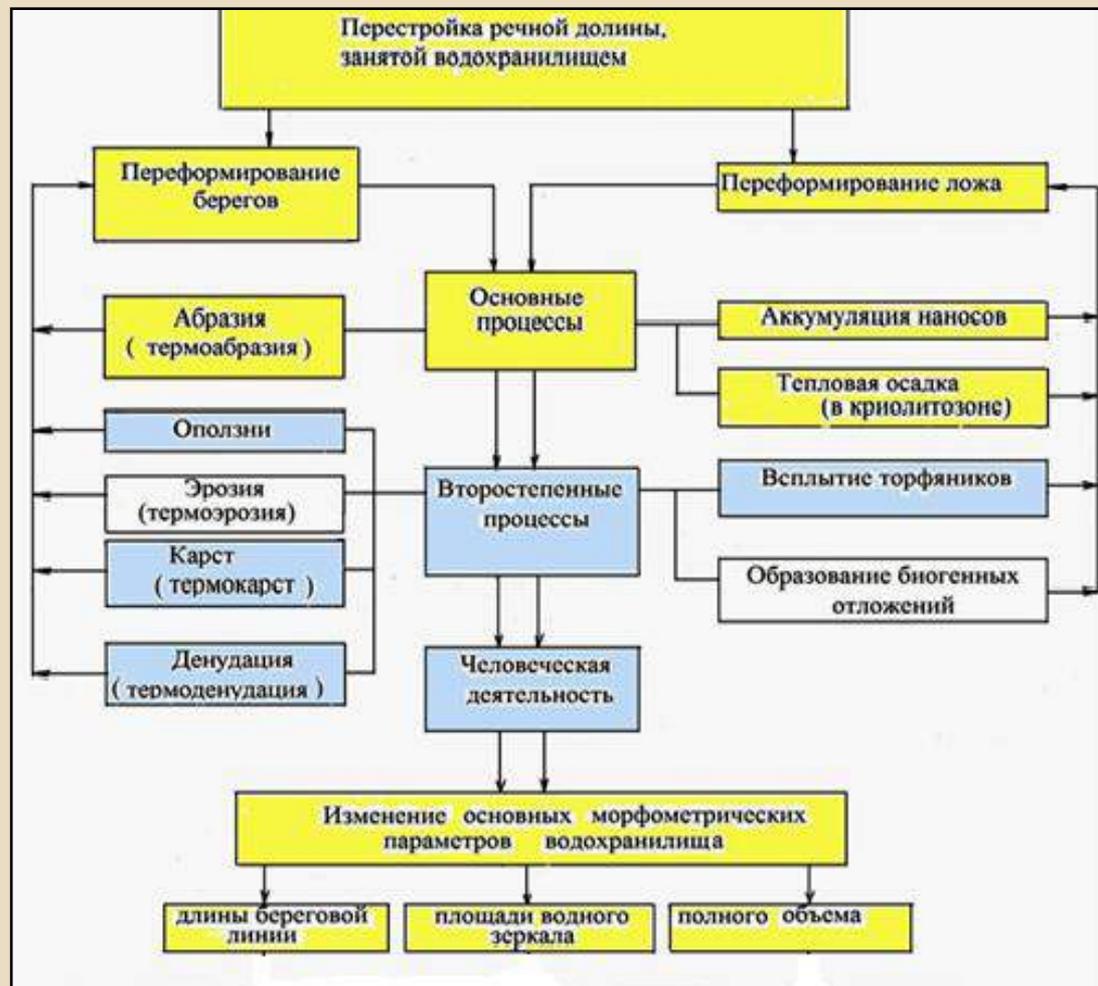
Процессы, приводящие к изменению морфометрических параметров водохранилищ

Основные процессы:

переформирование берегов, переформирование ложа

Последствия:

потеря прибрежных земель, необходимость защиты берегов, изменение стратегического запаса воды, изменение отдачи водохранилищ.



Наблюденная интенсивность переформирования абразионных берегов водохранилищ

Водохранилище	Период наблюдений, годы	Средняя скорость отступления бровки берега в разных створах, м/год
Рыбинское	1949-1999	0,96
	1999-2009	0,46
Горьковское	1957-1966	1,85 – 4,93
	1957-2010	0,7 – 1,3
	2009-2010	0,2 – 1,0
Чебоксарское	1981-1989	0,5 – 1,5
	1981-2011	0,2 – 1,2
Воткинское	1976-1986	0,42 – 3,97
	1976-1991	0,49 – 2,7
Волгоградское	1961-1970	15,0 – 2,4
	1971-2002	5,0 – 1,7

а



б



в



г



Современный вид участков абразионных берегов водохранилищ: а – Горьковского; б – Воткинского; в – Чебоксарского; г – Волгоградского

Результаты инструментальных наблюдений за абразионными берегами озерной части Горьковского водохранилища

а



Участок №1 на левом берегу Вашуриха – Андроново:

а – расположение створов (космический снимок 2007г.);
 б – вид берега (2009 г.);
 в – профили берега в створе 6ГМО

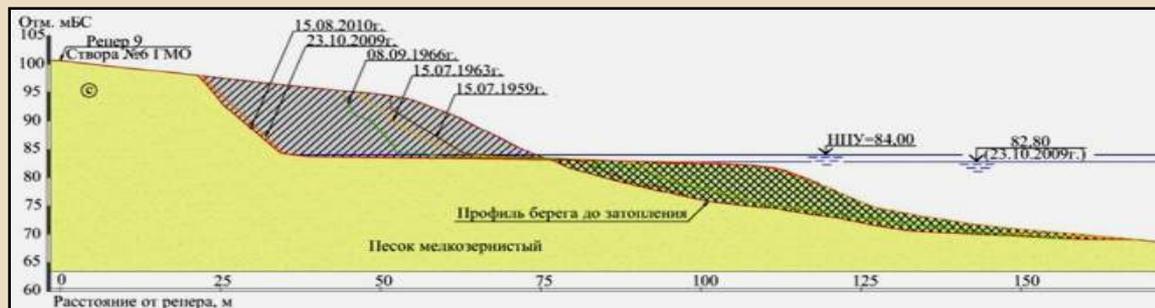
б



На участке:

- средняя скорость отступления бровки берегового обрыва за 1957 – 2010 г. – 1,1 м/год
- то же за 2009/2010 г. – 0,5 м/год;
- смещение бровки от первоначального уреза НПУ на 2010 г. – 52,8 м;
- высота берегового обрыва над НПУ – 13,9 м.

в



В целом по озерной части Горьковского водохранилища:

- средняя интенсивность берегопереработки за 1957 – 2010 гг. – от 0,7 до 1,3 м/год;
- то же за 2009/2010г. От 0,2 до 1,0 м/год;
- то же по прогнозу на 2010 – 2020 гг. – 0,22 – 0,88 м/год;
- риск потери земель в береговой зоне на 2010 – 2020 гг. – 12,6 – 50,4 га/год.

Плановое переустройство берегов заключается в выравнивании их контура, причем берег не стремится стать прямолинейным, а принимает вид плавных абразионных или аккумулятивных дуг, разделенных мысами.

а



б



Дугообразные берега озерной части Горьковского водохранилища, 2007 г.:
а – обвально-осыпной абразионный; б – отмелый аккумулятивный.

Переформирование ложа водохранилищ происходит за счет накопления осадков (заиления).

Наблюденная интенсивность осадконакопления, приводящая к переформированию ложа водохранилищ, мм/год

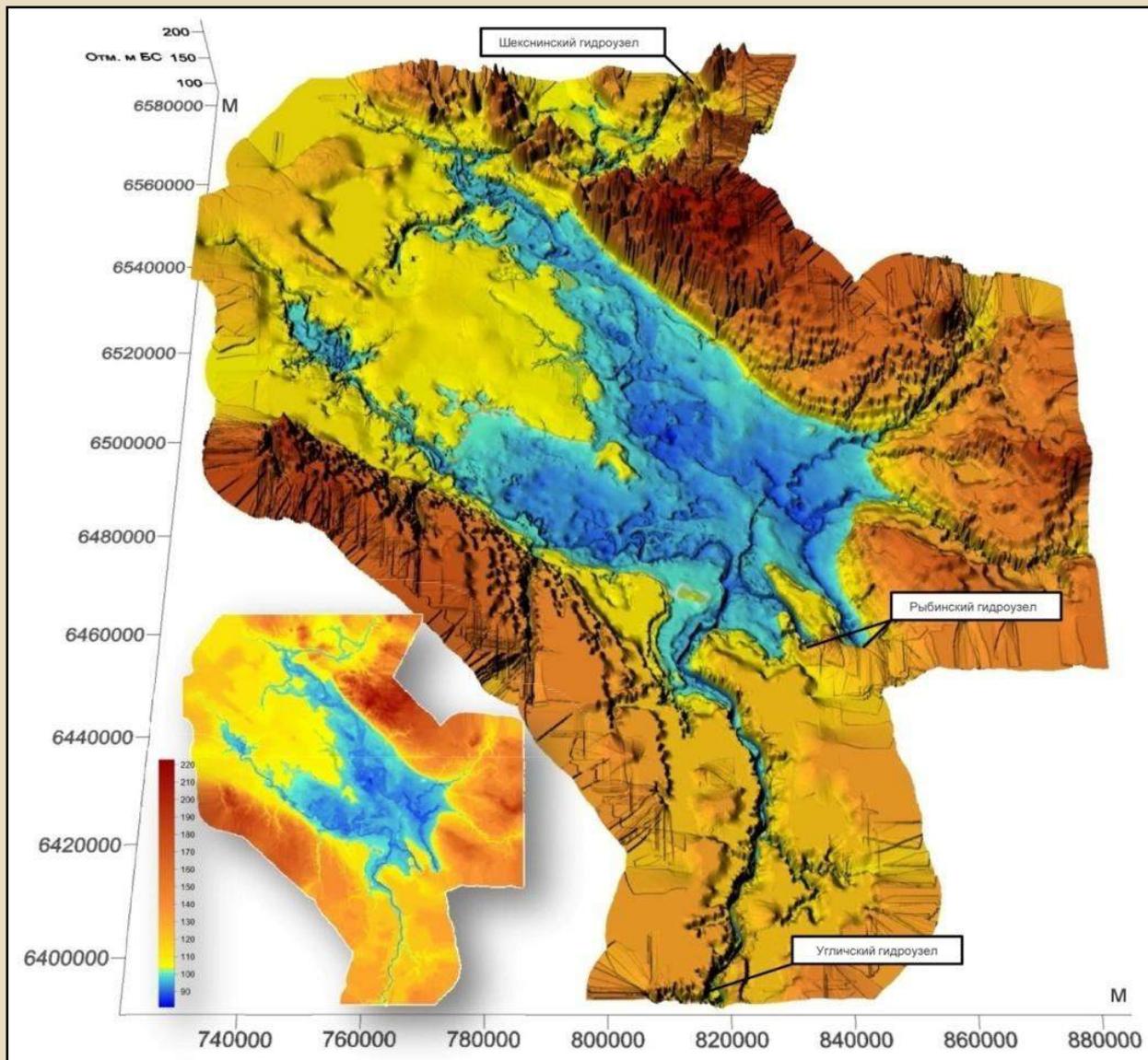
Иваньковское	1,9
Угличское	1,9
Рыбинское	2,3
Горьковское	2,2
Чебоксарское	1,8
Куйбышевское	3,8
Саратовское	2,7
Волгоградское	4,6
Цимлянское	6,3

Осадки образуются в результате отложения донных и взвешенных наносов и продуктов переформирования берегов

Песчанистые донные отложения в Рыбинском водохранилище, обнажившиеся при понижении уровня воды



Изменение со временем морфометрических параметров водохранилищ

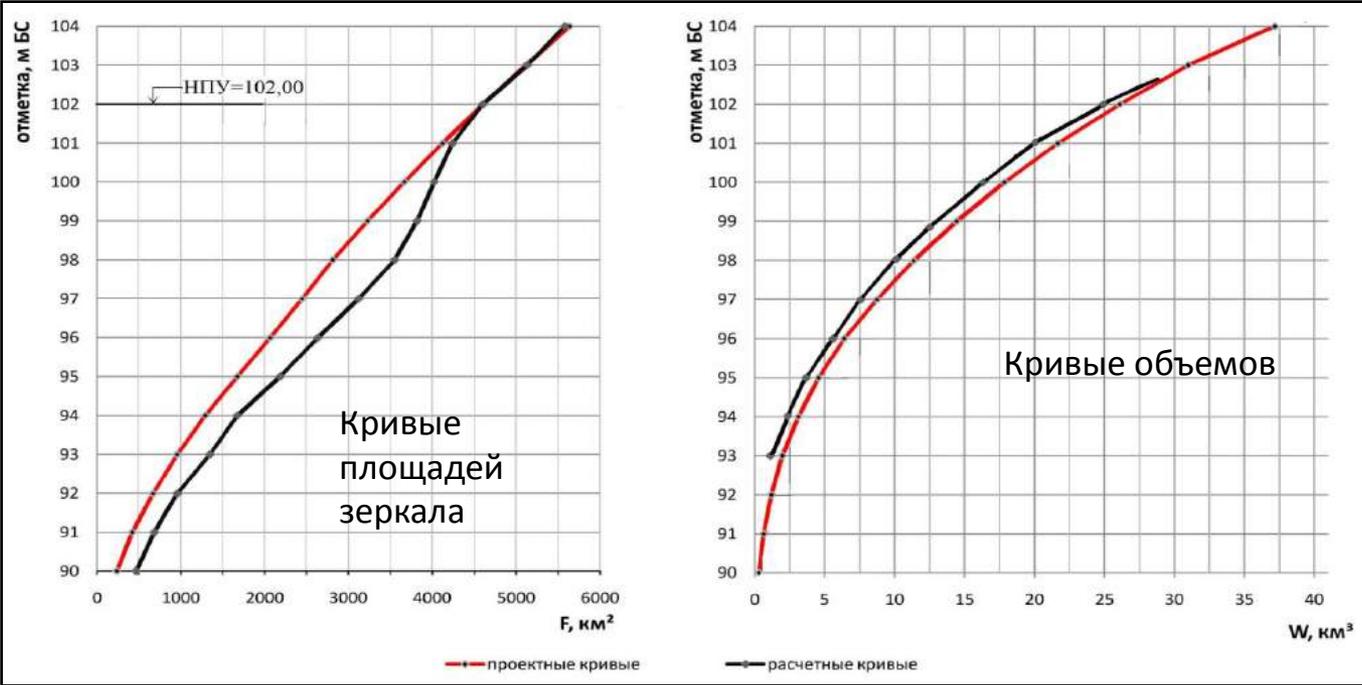


Цифровая модель рельефа для Рыбинского водохранилища по состоянию на 2010 г.: слева – в виде растра высот; справа – в трехмерном представлении

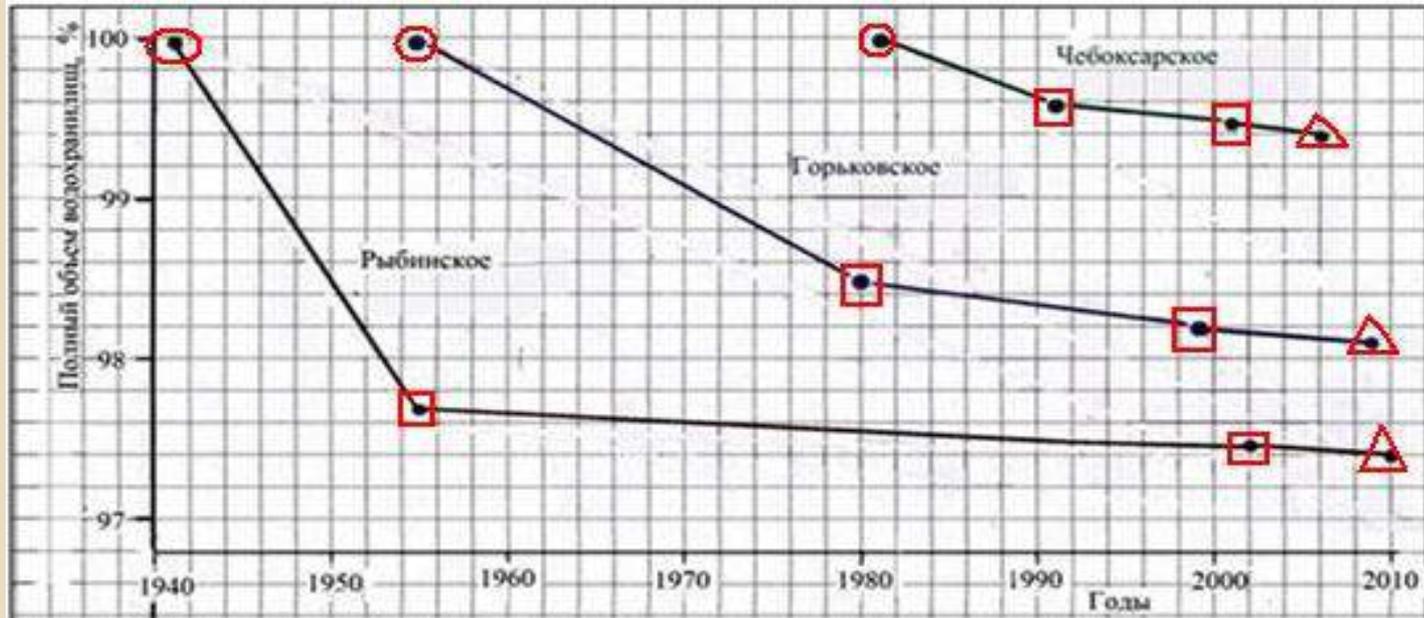
Модель создана по материалам эхолотных промеров глубин, координатной съемки уреза воды при НПУ, обработки топографических материалов по берегам.

Проектные и уточненные морфометрические характеристики Рыбинского водохранилища

Характеристики	Проектные значения	Данные ЦМР, 2010 г.
Нормальный подпорный уровень (НПУ), м БС	102,0	102,0
Уровень мертвого объема (УМО), м БС	97,1	97,1
Площадь зеркала при НПУ, км ² уменьшение	4550 (100 %)	4545,5 (99,9 %)
Наибольшая глубина при НПУ, м	23,2	20,5
Средняя глубина при НПУ, м	5,58	5,45
Полный объем при НПУ, млн м ³ уменьшение	25420 (100 %)	24767 (97,4 %)
Полезный объем между НПУ и УМО, млн м ³	16670	16657
Мертвый объем при УМО, млн м ³	8750	8110

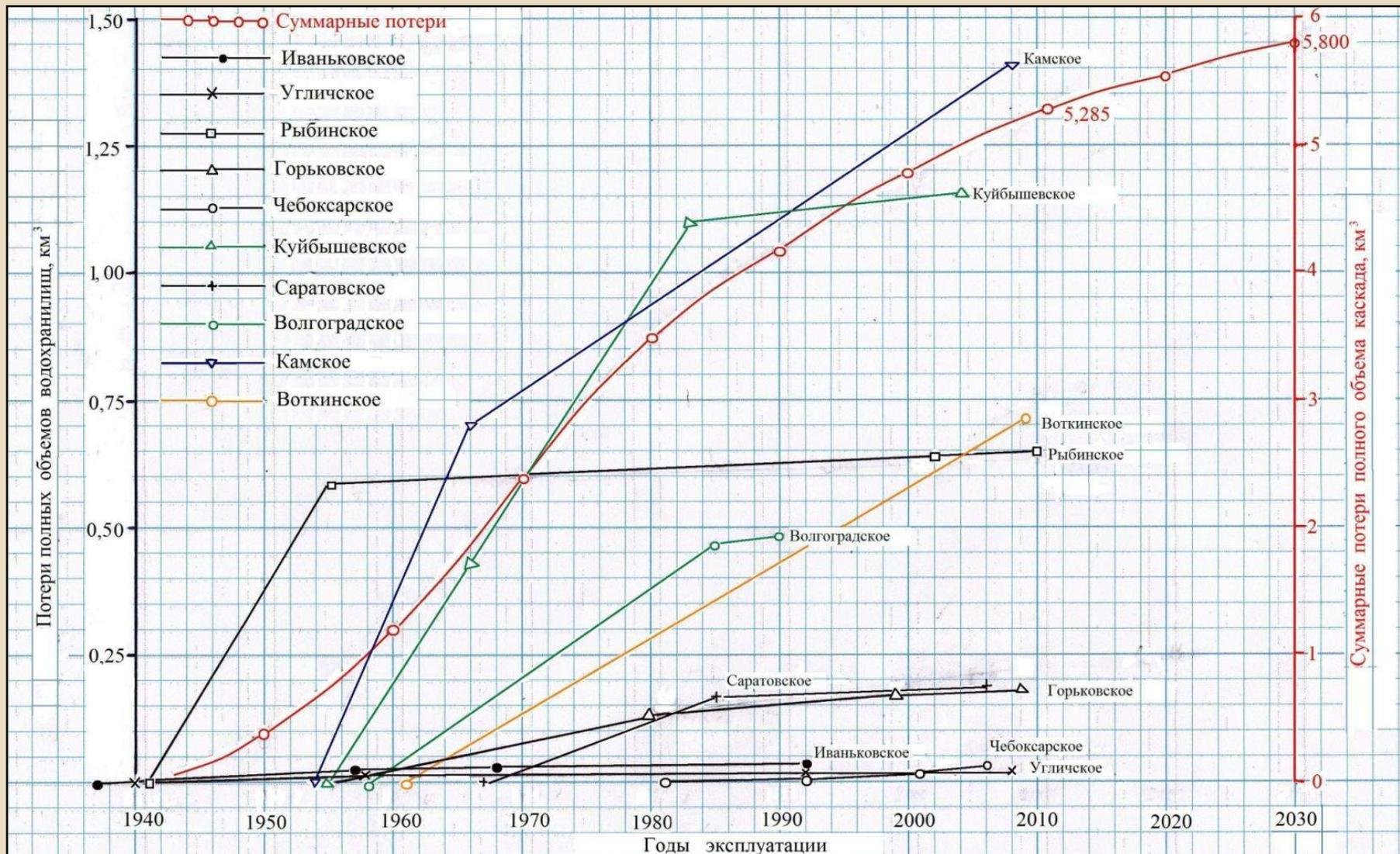


Данные о полных объемах Горьковского, Рыбинского, Чебоксарского водохранилищ, определенных разными способами



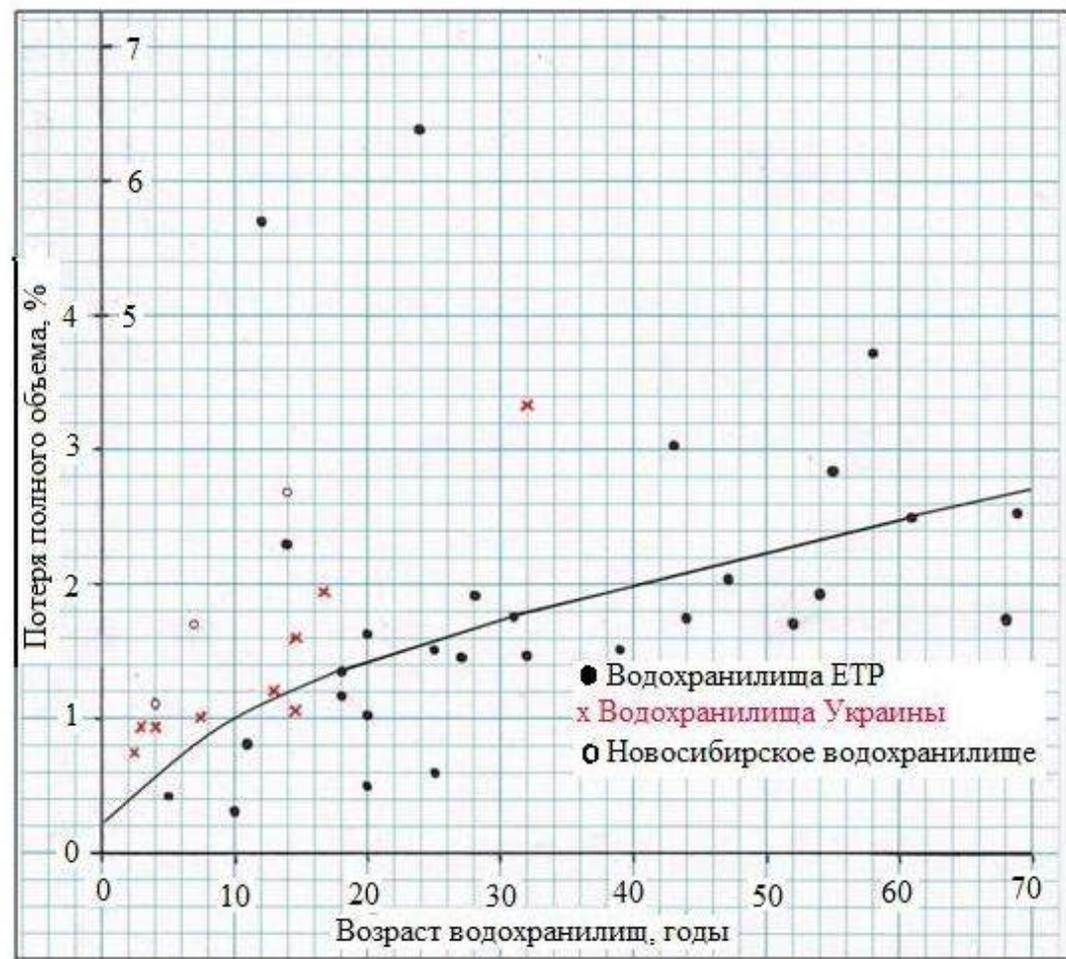
○ проект □ исследования заиления △ ЦМР

В целом по Волжско-Камскому каскаду потеря полного объема к 2011 г. составила $5,285 \text{ км}^3$ (3,15 % суммарного проектного полного объема), потеря полезного объема – $1,695 \text{ км}^3$ (4,92 %). С учетом неиспользуемых полезных объемов Чебоксарского ($5,4 \text{ км}^3$) и Нижнекамского ($4,4 \text{ км}^3$) каскад сегодня недосчитывает $12,8 \text{ км}^3$ проектного полезного объема.



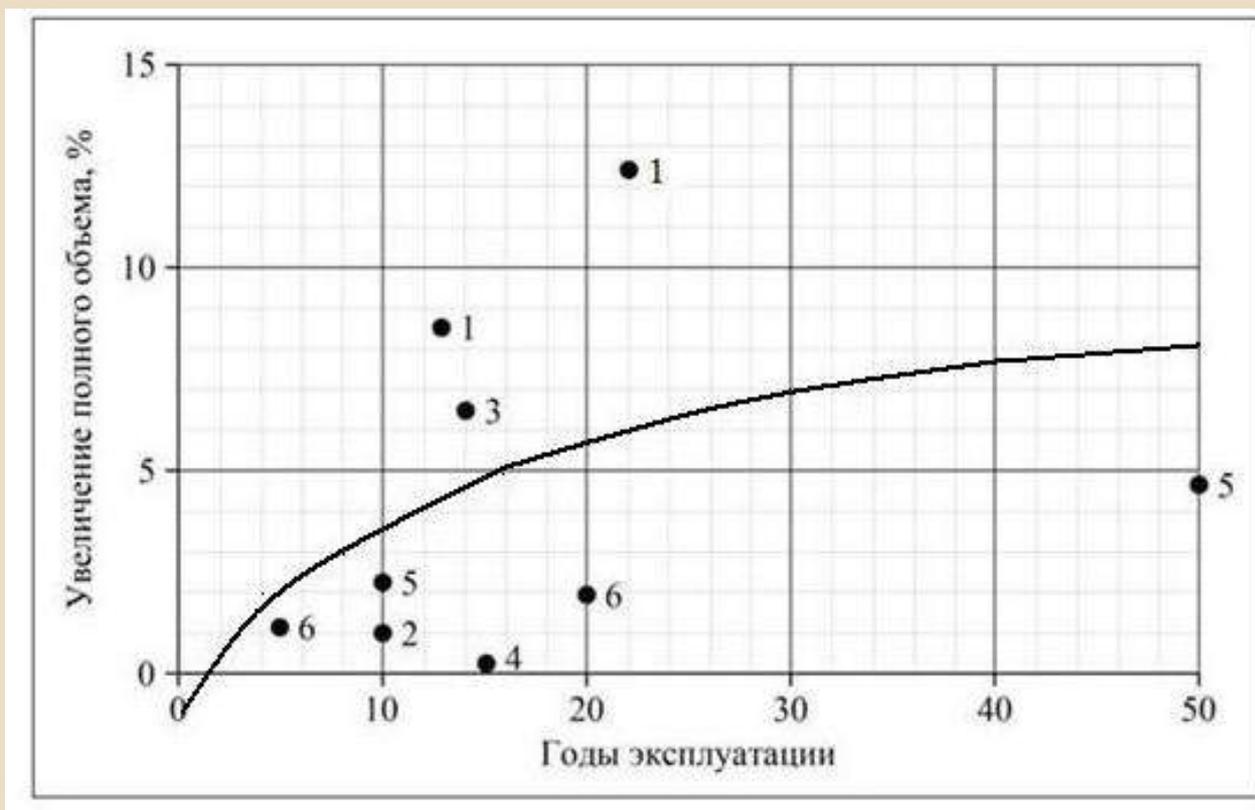
Хронологические графики частных потерь и синтезированная кривая общей потери полного объема водохранилищ Волжско-Камского каскада

Согласно общей закономерности уменьшение полного объема больших равнинных российских водохранилищ происходит на 0,031 % в год. Это меньше, чем для водохранилищ мира (0,12 % в год), и меньше, чем по прогнозам 1970 –х гг. (0,1 – 0,5% в год)



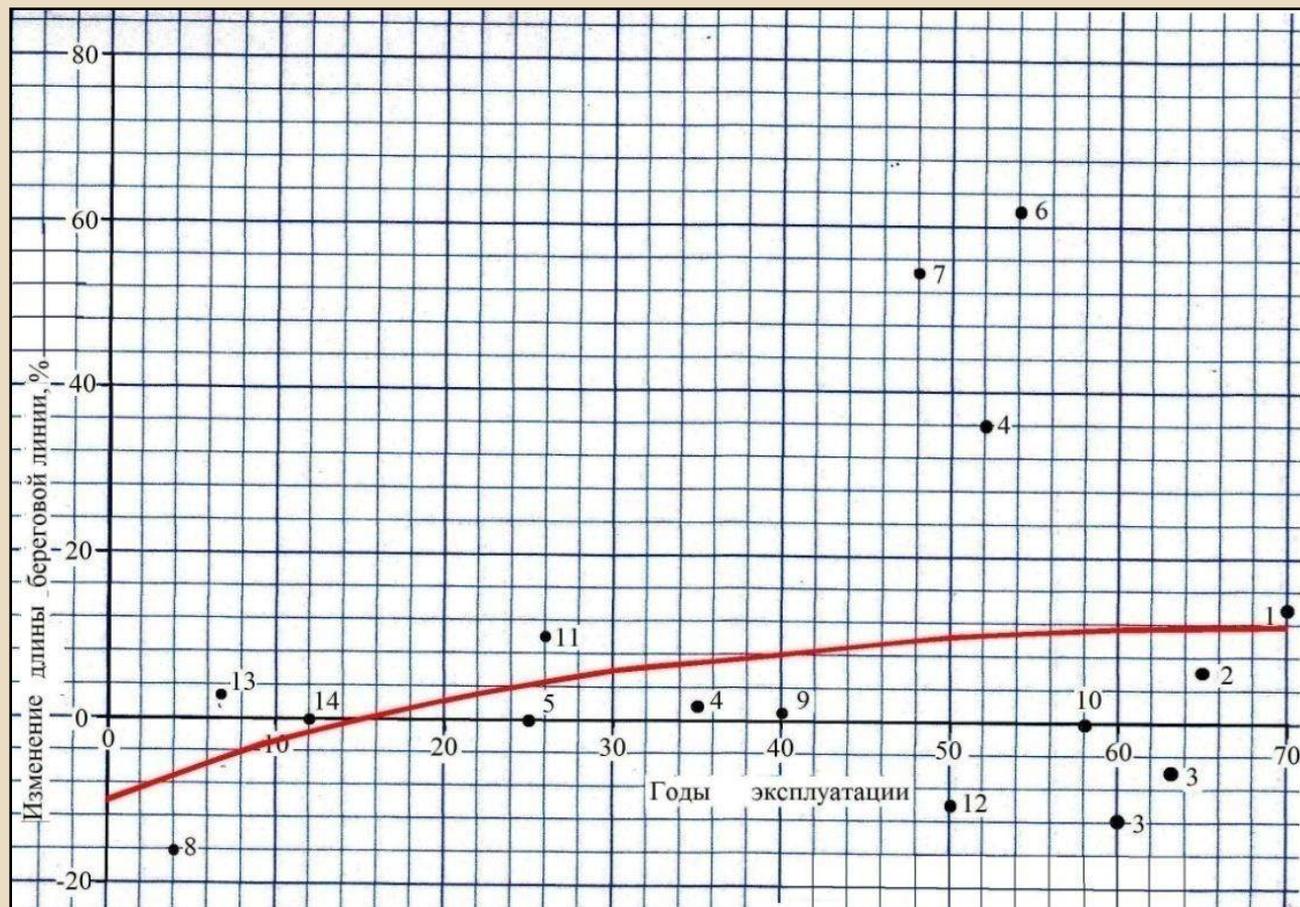
Показатели и общая закономерность уменьшения со временем полного объема больших (>1 км³) равнинных водохранилищ Европейской части России и Украины

В области вечной мерзлоты заиление чаш водохранилищ невелико из-за небольшой мутности рек и происходит увеличение объема водохранилищ вследствие тепловой осадки оттаивающих грунтов основания. Большие водохранилища криолитозоны за 20 – 40 лет эксплуатации могут естественным образом увеличивать свой полный объем на 6 – 8 % с последующей стабилизацией ситуации.



Показатели и общая закономерность возможного увеличения полного объема больших водохранилищ в области вечной мерзлоты: 1 – Усть –Хантайское; 2 – Курейское; 3 – Колымское; 4 – Вилюйское; 5 – Эвенкийское; 6 – Амгуэмское

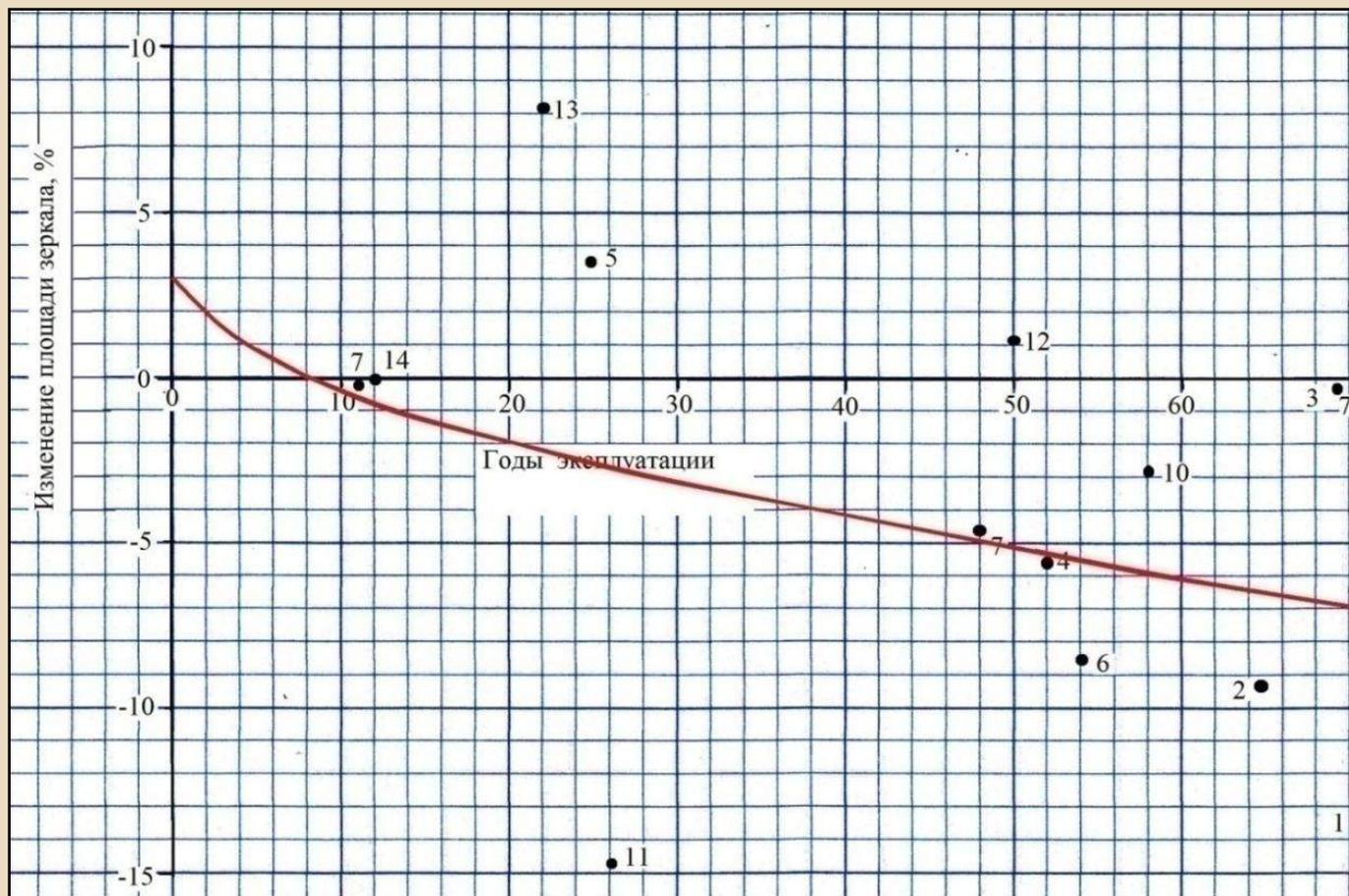
Исследования ННГАСУ указывают на увеличение с возрастом длины береговой линии больших водохранилищ после периода начальной эксплуатации до возраста 40 – 60 лет с интенсивностью 0,25 % в год.



Общий тренд изменения длины береговой линии больших равнинных водохранилищ за многолетний период эксплуатации:

1 – Ивановское; 2 – Угличское; 3 – Рыбинское; 4 – Горьковское; 5 – Чебоксарское; 6 – Камское; 7 – Воткинское; 8 – Куйбышевское; 9 – Волгоградское; 10 – Цимлянское; 11 – Пензенское; 12 – Новосибирское; 13 – Усть-Хантайское; 14 – Вилюйское

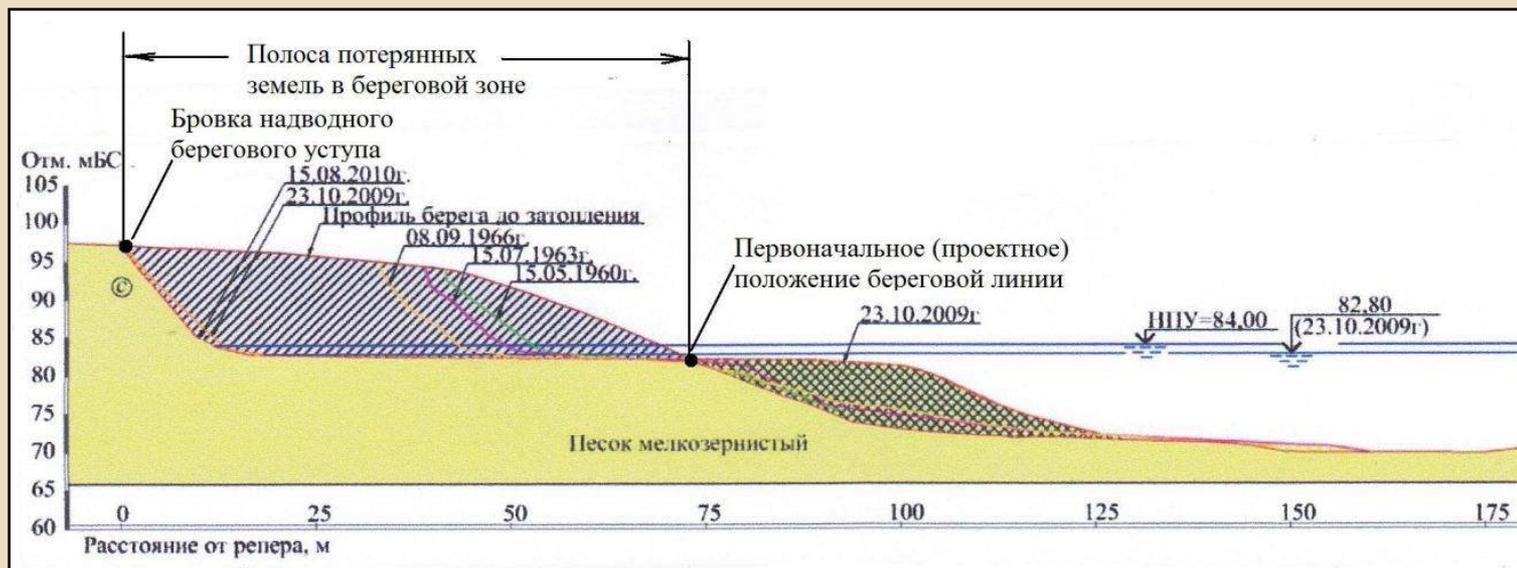
Вместе с увеличением длины береговой линии площадь водного зеркала больших водохранилищ обнаружила тенденцию уменьшения на 5 – 7 % к 50 – 70 – летнему рубежу эксплуатации.



Общий тренд изменения площади зеркала больших равнинных водохранилищ за многолетний период эксплуатации: 1 – Ивановское; 2 – Угличское; 3 – Рыбинское; 4 – Горьковское; 5 – Чебоксарское; 6 – Камское; 7 – Воткинское; 10 – Цимлянское; 11 – Пензенское; 12 – Новосибирское; 13 – Усть-Хантайское; 14 – Вилюйское

Оценка потери земель в береговой зоне водохранилищ

Полоса теряемых земель заключается в надводной части береговой зоны между бровкой надводного берегового уступа и проектной (первоначальной) береговой линией.



Определение положения бровки надводного берегового уступа на местности – наиболее простое измерение при оценке динамики потери земель в береговой зоне.

Горьковское водохранилище (до 2020 г.):

скорость переформирования абразионных берегов.....0,2 – 0,8 м/год;

протяженность абразионных берегов.....631 км;

риск потери земель за счет абразии.....12,6 – 50,4 га/год.

Правила использования водохранилищ

[Положение о разработке, согласовании и утверждении правил использования водохранилищ, в том числе типовых правил использования водохранилищ / Утверждено Постановлением Правительства Российской Федерации №349 от 22.04. 2009. Типовые правила использования водохранилищ /Утверждены приказом Минприроды России №330 от 24.08.2010]

Правила использования водохранилища



Правила использования водных ресурсов водохранилища – определяют режим использования, в том числе режим наполнения и сработки конкретного водохранилища.

Правила включают в себя:

- пояснительную записку, обосновывающую основные положения и требования разработанного документа;
- приложения, содержащие исходные данные, результаты исследований и расчетов, использованные при разработке документа.



Правила технической эксплуатации и благоустройства водохранилища – определяют порядок использования дна и берегов конкретного водохранилища, устанавливают состав мероприятий для обеспечения надлежащего технического, санитарного, экологического состояния водохранилища и нижнего бьефа гидроузла.

Правила использования водных ресурсов водохранилища

Проект Правил использования содержит следующие разделы:

- 1) характеристики гидроузла, водохранилища либо нескольких водохранилищ или каскада водохранилищ и их возможностей;
- 2) основные характеристики водотока;
- 3) состав и описание гидротехнических сооружений водохранилища;
- 4) основные параметры водохранилища;
- 5) требования о безопасности в верхнем и нижнем бьефах;
- 6) водопользование и объемы водопотребления;
- 7) порядок регулирования режима функционирования водохранилища;
- 8) порядок проведения работ и предоставления информации в области гидрометеорологии;
- 9) порядок оповещения органов исполнительной власти, водопользователей, жителей об изменениях водного режима водохранилища, в том числе о режиме функционирования водохранилища при возникновении аварий и иных чрезвычайных ситуаций;
- 10) приложения.

Правила технической эксплуатации и благоустройства водохранилища

Проект Правил эксплуатации содержит следующие основные разделы:

- 1) описание водохранилища и гидротехнических сооружений;
- 2) сведения о зонах воздействия водохранилища;
- 3) перечень мероприятий, осуществляемых при эксплуатации водохранилища в зимний период и в период пропуска паводков;
- 4) перечень мероприятий, осуществляемых при эксплуатации водохранилища в случае возникновения аварий и чрезвычайных ситуаций;
- 5) ограничения эксплуатации водохранилища и перечень мероприятий по поддержанию его надлежащего санитарного и технического состояния;
- 6) порядок организации ремонтно-эксплуатационных работ;
- 7) наблюдения за состоянием водохранилища, входящих в его состав сооружений и учет использования его водных ресурсов;
- 8) перечень способов наблюдений за техническим состоянием водохранилища и входящих в его состав сооружений, порядок осуществления таких наблюдений;
- 9) приложения.

Требования к режимам использования водохранилищ, предъявляемые водопользователями

Требования, предъявляемые к режиму использования водных ресурсов водохранилищ тепловыми и атомными электростанциями:

обеспечение необходимого объема и режима водоподачи в суточном, недельном, сезонном и годовом разрезах;

беспрепятственное использование водохранилища в качестве охладителя сбросной теплой воды;

глубина сработки водохранилища не может быть ниже отметки водозабора тепловой или атомной станции из-за угрозы остановки или снижения мощности.

Требования, предъявляемые к режиму использования водных ресурсов водохранилищ для целей рыболовства:

режим сработки водохранилища должен обеспечивать естественный нерест и миграцию промысловых рыб;

в период нереста режим сработки и наполнения должен обеспечивать минимальные колебания уровня воды в водохранилище и на участке водотока ниже плотины;

глубина зимней сработки водохранилища в условиях наличия ледового покрова должна обеспечивать выживаемость зимующих рыб.

Требования, предъявляемые к режиму наполнения и сработки водохранилищ при использовании их водных ресурсов гидроэлектростанциями:

обеспеченность гарантированной мощности крупных гидроэлектростанций не менее 85-95% по числу бесперебойных лет;

снижение гарантированной мощности гидроэлектростанций за пределами расчетной обеспеченности не должно превышать 20-30%;

гарантированная мощность гидроэлектростанций распределяется внутри года в соответствии с требованиями энергосистемы;

установленная мощность гидроэлектростанций в период прохождения максимума нагрузки энергосистемы должна использоваться без ограничений;

годовая выработка электроэнергии гидроэлектростанциями должна быть максимально-возможной в любых по водности условиях;

колебания энергоотдачи гидроэлектростанциями в течении суток и недели должны соответствовать требованиям энергосистемы и не превышать значений, установленных в проекте гидроэлектростанции.

Требования к режимам наполнения и сработки водохранилищ при использовании их в качестве путей сообщения и для сплава древесины:

обеспечение в период навигации нормируемых глубин по всей трассе судового хода, как в водохранилищах, так и на незарегулированных участках рек, путем навигационных попусков из водохранилищ;

обеспечение необходимых объемов воды для шлюзований через гидроузлы;

поддержание в межнавигационный период заданных уровней воды в местах зимнего отстоя судов.

Требования к режимам наполнения и сработки водохранилищ при использовании их водных ресурсов для орошения земель:

бесперебойное обеспечении регламентированных объемов, расходов и уровней воды в водохранилище и нижнем бьефе.

Требования водоснабжения (питьевого, хозяйственно-бытового, а также промышленного) к режиму использования водных ресурсов водохранилищ: обеспечение регламентированных уровней воды в водохранилище и/или расходов сбросов из водохранилища для бесперебойной работы водозаборных сооружений; поддержание высокого санитарного качества воды.

Требования к водному режиму водохранилищ при их рекреационном использовании (туризм, водные виды спорта, купание и др.):

требования к режиму расходов и уровней воды в верхнем и нижнем бьефах гидроузлов и на незарегулированных участках рек ниже гидроузлов;
требования к качеству воды.

Перечисленные требования, предъявляемые водопользователями, необходимо согласовывать между собой и учитывать при разработке Правил использования водохранилищ.

Регулирование режимов работы водохранилища в порядке, устанавливаемом Правилами использования водных ресурсов, осуществляется организацией (лицом), ответственным за эксплуатацию гидроузла, образовавшего водохранилище, в соответствии с указаниями федерального органа исполнительной власти, осуществляющего функции государственного управления водными объектами и их водными ресурсами (Федеральное агентство водных ресурсов).



Обсыхающая икра *Perca fluviatilis* (L. 1758) в результате снижения уровня воды

Обсыхающая икра на мелководье Горьковского водохранилища при понижении уровня воды в период нереста из-за несогласованности работы ГЭС с требованиями рыболовства

Государственный водный реестр

Государственный водный реестр представляет собой систематизированный свод документированных сведений о водных объектах, находящихся в федеральной собственности, собственности субъектов Российской Федерации, муниципальных образований, физических лиц, юридических лиц, сведений об использовании водных объектов.

Государственный водный реестр создается в целях информационного обеспечения комплексного и целевого использования водных объектов, их охраны, планирования и разработки мероприятий по предотвращению негативного воздействия вод и ликвидации его последствий.

Государственный водный реестр включает документированные сведения:

- 1) о бассейновых округах;
- 2) о речных бассейнах;
- 3) о водохозяйственных участках;
- 4) о водных объектах, расположенных в границах речных бассейнов, в том числе об особенностях режима водных объектов, их физико-географических, морфометрических и других особенностях.

- 5) о водохозяйственных системах;
- 6) об использовании водных объектов, в том числе о водопотреблении и водоотведении;
- 7) о гидротехнических и иных сооружениях, расположенных на водных объектах;
- 8) о водоохраных зонах и прибрежных защитных полосах;
- 9) о предоставлении водных объектов в пользование;
- 10) о договорах водопользования;
- 11) об иных документах, на основании которых возникает право собственности на водные объекты или право пользования водными объектами.

Форма государственного водного реестра

Форма государственного водного реестра утверждена приказом МПР РФ от 29 мая 2007 г. № 138.

Форма государственного водного реестра

Раздел 1. "Водные объекты и водные ресурсы"		
1.1. Бассейновые округа.		
1.1.1.	Бассейновые округа. Состав.	форма 1.1-гвр
1.1.2.	Бассейновые округа. Границы. Опорные точки.	форма 1.2-гвр
1.1.3.	Бассейновые округа. Границы. Описание.	форма 1.3-гвр
1.1.4.	Бассейновые округа. Границы. Карта	
1.2. Речные бассейны.		
1.2.1.	Речные бассейны. Состав.	форма 1.4-гвр
1.2.2.	Речные бассейны. Границы. Опорные точки.	форма 1.5-гвр
1.2.3.	Речные бассейны. Границы. Описание.	форма 1.6-гвр
1.2.4.	Подбассейны. Границы. Опорные точки.	форма 1.7-гвр
1.2.5.	Подбассейны. Границы. Описание.	форма 1.8-гвр
1.2.6.	Речные бассейны. Границы. Карты.	
1.3. Водные объекты.		
1.3.1.	Водные объекты. Изученность.	форма 1.9-гвр
1.3.2.	Водные объекты. Список пунктов наблюдений	форма 1.10- гвр
1.3.3.	Водные объекты. Основные гидрографические характеристики водосборных площадей рек	форма 1.11- гвр
1.3.4.	Водные объекты. Основные гидрологические характеристики рек. Характерные уровни воды (над нулем графика)	форма 1.12- гвр
1.3.5.	Водные объекты. Основные гидрологические характеристики рек. Средние и характерные расходы воды	форма 1.13- гвр

1.3.6.	Водные объекты. Основные гидрологические характеристики озер и водохранилищ. Средние месячные и на 1-е число месяца уровни воды озер и водохранилищ	форма 1.14-гвр
1.3.7.	Водные объекты. Основные гидрологические характеристики озер и водохранилищ. Характерные уровни воды озер и водохранилищ	форма 1.15-гвр
1.3.8.	Водные объекты. Основные гидрологические характеристики озер и водохранилищ. Температура воды озер и водохранилищ (у берега)	форма 1.16-гвр
1.3.9.	Водные объекты. Основные гидрологические характеристики озер и водохранилищ. Температура воды на акватории озер и водохранилищ	форма 1.17-гвр
1.3.10.	Водные объекты. Состояние и качество вод.	форма 1.18-гвр
Раздел 2. "Водопользование"		
2.1. Водохозяйственные участки.		
2.1.1.	Водохозяйственные участки. Систематизированный перечень водохозяйственных участков.	форма 2.1-гвр
2.1.2.	Водохозяйственные участки. Границы. Опорные точки.	форма 2.2-гвр
2.1.3.	Водохозяйственные участки. Границы. Описание.	форма 2.3-гвр
2.1.4.	Водохозяйственные участки. Границы. Карты.	
2.1.5.	Водохозяйственные участки. Параметры водопользования.	форма 2.4-гвр
2.2. Права пользования водными объектами и права собственности на водные объекты.		
2.2.1.	Государственная регистрация	форма 2.5-гвр
2.2.2.	Лицензии на водопользование	форма 2.6-гвр
2.2.3.	Договоры пользования водными объектами	форма 2.7-гвр
2.2.4.	Распорядительные лицензии	форма 2.8-гвр
2.2.5.	Права собственности на водные объекты	форма 2.9-гвр

2.3. Использование водных объектов.			
	2.3.1.	Использование водных объектов. Забор воды из водных объектов	форма 2.10- гвр
	2.3.2.	Использование водных объектов. Водоотведение	форма 2.11- гвр
	2.3.3.	Использование водных объектов без изъятия вод.	форма 2.12- гвр
2.4. Защитные и охранные зоны.			
	2.4.1.	Водоохранные зоны и прибрежные защитные полосы водных объектов	форма 2.13- гвр
	2.4.2.	Зоны с особыми условиями их использования	форма 2.14- гвр
Раздел 3. "Инфраструктура на водных объектах"			
	3.1.	Водохозяйственные системы	форма 3.1- гвр
	3.2.	Гидротехнические сооружения, расположенные на водных объектах	форма 3.2- гвр
	3.3.	Сооружения, расположенные на водных объектах	форма 3.3- гвр

Мониторинг водных объектов

Мониторинг осуществляется в соответствии с Положением об осуществлении государственного мониторинга водных объектов, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 10 апреля 2007 года № 219.

Мониторинг включает в себя:

- регулярные наблюдения за состоянием водных объектов, количественными и качественными показателями состояния водных ресурсов, а также за режимом использования водоохранных зон, зон затопления, подтопления;
- сбор, обработку и хранение сведений, полученных в результате наблюдений;
- внесение сведений, полученных в результате наблюдений, в государственный водный реестр;
- оценку и прогнозирование изменений состояния водных объектов, количественных и качественных показателей состояния водных ресурсов.

Мониторинг состоит из:

- мониторинга поверхностных водных объектов с учетом данных мониторинга, осуществляемого при проведении работ в области гидрометеорологии и смежных с ней областях;
- мониторинга состояния дна и берегов водных объектов, а также состояния водоохраных зон;
- мониторинга подземных вод с учетом данных государственного мониторинга состояния недр;
- наблюдений за водохозяйственными системами, в том числе за гидротехническими сооружениями, а также за объемом вод при водопотреблении и сбросе вод, в том числе сточных, в водные объекты..

Мониторинг осуществляется в границах бассейновых округов с учетом особенностей режима водных объектов, их физико-географических, морфометрических и других особенностей.

Библиографический список

Законы, стандарты, нормативные и методические документы

- Водный кодекс Российской Федерации от 3 июня 2006 года № 74-ФЗ.
- Федеральный закон "Об охране окружающей среды" от 10.01.2002 г. № 7-ФЗ.
- Федеральный закон «О безопасности гидротехнических сооружений» от 21.07.1997 г. № 117-ФЗ.
- Закон Российской Федерации от 21 февраля 1992 года № 2395-1 «О недрах» (в редакции ФЗ от 19 мая 2010 № 89-ФЗ).
- Водная стратегия Российской Федерации на период до 2020 года. – Утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 27 августа 2009 г. № 1235-р.
- Положение об осуществлении государственного мониторинга водных объектов. – Утверждено постановлением Правительства Российской Федерации от 10 апреля 2007 года № 219.
- Методические указания по разработке схем комплексного использования и охраны водных объектов. – Утверждены приказом МПР от 4.07.2007 г. № 169.
- Методика расчета водохозяйственных балансов водных объектов. – Утверждена приказом МПР от 30.11.2007 г. № 314.
- Методика исчисления размера вреда, причиненного водным объектам вследствие нарушения водного законодательства. – Утверждена Приказом Минприроды России от 13.04.2009 № 87.
- Типовые правила использования водохранилищ – Утверждены Приказом Минприроды России от 24.08.2010 № 330.
- Правила установления на местности границ водоохранных зон и границ прибрежных защитных полос водных объектов. – Утверждены Постановлением Правительства Российской Федерации от 10 января 2009 г. № 17.
- Об утверждении образцов специальных информационных знаков для обозначения границ водоохранных зон и границ прибрежных защитных полос водных объектов. – Приказ МПР РФ от 13 августа 2009 года № 249.
- О порядке ведения государственного водного реестра.– Постановление Правительства РФ от 28 апреля 2007 г. № 253.

- Об утверждении формы государственного водного реестра.– Приказ МПР РФ от 29 мая 2007 г. № 138.
- Положение о разработке, согласовании и утверждении правил использования водохранилищ, в том числе типовых правил использования водохранилищ/ Утверждено Постановлением Правительства Российской Федерации №349 от 22.04.2009.
- Постановление Правительства Российской Федерации от 30.12.2006 № 833 «О порядке разработки, утверждения и реализации схем комплексного использования и охраны водных объектов, внесения изменений в эти схемы».
- ГОСТ 17.1.3.07-82. Охрана природы. Гидросфера. Правила контроля качества воды водоемов и водотоков.
- ГОСТ 17.1.1.02-77.Охрана природы. Гидросфера. Классификация водных объектов (с Изменением № 1) [Электронный ресурс]: утв. постановлением Госстандарта СССР 04.02.1977 № 299. – Режим доступа: Кодекс. Стройэксперт.
- ГОСТ 17.1.5.02-80. Охрана природы. Гидросфера. Гигиенические требования к зонам рекреации водных объектов.
- ГОСТ 17.1.3.01.-76. Охрана природы. Гидросфера. Правила охраны водных объектов при лесосплаве.
- ГОСТ 19179-73. Гидрология суши. Термины и определения.
- ГОСТ 17.1.1.02-77. Охрана природы. Гидросфера. Классификация водных объектов.
- ГОСТ Р51238 -98. Нетрадиционная энергетика. Гидроэнергетика малая. Термины и определения.
- ГОСТ 17.1.5.02-80. Охрана природы. Гидросфера. Гигиенические требования к зонам рекреации водных объектов.
- СП 58.13330.2012 . Гидротехнические сооружения. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 33-01-2003.
- СНиП 2.07.01 – 89* Гидростроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений.
- СНиП 2.04.02-84* Водоснабжение. Наружные сети и сооружения.
- СанПин 2.1.4.1074-01. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества.
- СанПин 2.1.4.1175-02. Гигиенические требования к качеству воды нецентрализованного водоснабжения. Санитарная охрана источников.
- СанПин 2.1.4.1110-02. Зоны санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов питьевого назначения.
- СанПин 3907-85. Санитарные правила проектирования, строительства и эксплуатации водохранилищ.

- СанПин 2.1.5.980-00. Гигиенические требования к охране поверхностных вод.
- СанПиН 2.1.4.027-95. Зоны санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов хозяйственно-питьевого водоснабжения. Санитарные правила и нормы.

Научно-технические издания

- Беличенко, Ю. П. Рациональное использование и охрана водных ресурсов /Ю. П. Беличенко, М. М. Швецов. - М.: Россельхозиздат, 1986.- 303 с.
- Доманицкий, А. П. Реки и озера Советского Союза: справочные данные / А. П. Доманицкий, Р. Г. Дубровина, А. П. Исаева. – Л.: Гидрометеиздат, 1971. - 104 с.
- Водохранилища и их воздействие на окружающую среду / А. Б. Авакян, Ю. М. Матарзин, В. П. Салтанкин [и др.]; отв. ред. Г. В. Воропаев, А. Б. Авакян; АН СССР, Секция химико-технол. и биол. наук. – М.: Наука, 1986. – 367 с.
- Авакян, А. Б. Водохранилища: справ. изд. / А. Б. Авакян, В. П. Салтанкин, В. А. Шарапов. – М.: Мысль, 1987. -325с.
- Вода или нефть? Создание единой водохозяйственной системы / Д. В. Козлов, И. П. Айдаров, Л. Д. Раткович, И. С. Румянцев и др. Под общ. ред. Д. В. Козлова. – М. : МППА БИМПА, 2008. – 456 с.
- Водные ресурсы России и их использование / Под. ред. И.А. Шикломанова. – СПб: Государственный гидрологический институт, 2008. – 600 с.
- Вода России. Вода в государственной стратегии безопасности / Под науч. ред. А. М. Черняева, ФГУП РосНИИВХ. – Екатеринбург : Изд-во «АКВА-ПРЕСС», 2001. – 528 с.
- Вода России. Речные бассейны / Под науч. ред. А.М. Черняева, ФГУП РосНИИВХ. – Екатеринбург: Изд-во «АКВА-ПРЕСС», 2000. – 536 с.
- Вода России. Малые реки / Под науч. ред. А. М. Черняева, ФГУП РосНИИВХ. – Екатеринбург : Изд-во «АКВА-ПРЕСС», 2001. – 804 с.
- Вода России. Водохранилища / Под науч. ред. А. М. Черняева, ФГУП РосНИИВХ. – Екатеринбург : Изд-во «АКВА-ПРЕСС», 2001. – 700 с.
- Реки, озера, водохранилища России: фотоальбом. – М.: Федеральное агентство водных ресурсов, 2006. – 102 с.
- Федеральное агентство водных ресурсов. – М. : Министерство природных ресурсов РФ, 2006. – 24 с.
- Федеральное агентство водных ресурсов: информационное издание. – М. : Росводресурсы, 2011. – 44 с.
- Румянцев, И. С. Обводнение отработанных карьеров, их природоприближенное обустройство и эксплуатация/ И.С. Румянцев, Р.К. Кромер. – М. : МГУП, 2008. – 206 с.

- Плотины и развитие: новая методическая основа для принятия решений / Отчет Всемирной комиссии по плотинам (2000 г.). – М. : Всемирный фонд дикой природы (WWF), 2009. – 200 с.
- Григорьев, Е. Г. Водные ресурсы России: проблемы и методы государственного регулирования. / Е.Г. Григорьев – М. : Научный мир, 2007. – 240 с.
- Шершаков, В.М. Автоматизированные системы мониторинга водных объектов / В.М. Шершаков, И.В.Семенов. //Труды научного конгресса международного научно-промышленного форума «Великие реки – 2016». – Н.Новгород: ННГАСУ, 2016. – Том 1. – С.58 – 66.
- Таратунин, А. А. Наводнения на территории Российской Федерации /А.А. Таратунин. – Екатеринбург : Изд.-во ФГУП РосНИИВХ, 2008. – 432 с.
- Государственный доклад о состоянии и об охране окружающей среды в Республике Мордовия в 2014 г. – Саранск, 2015. – 196 с.
- Пергаменщик, Б.К. Проблемы и перспективы строительства АЭС/ Б.К. Пергаменщик. – Вестник МГСУ, 2014. – №2. – С. 140 – 152.
- Вечный двигатель. Волжско-Камский гидроэнергетический каскад: вчера, сегодня, завтра / Под общ. ред. Р. М. Хазиахметова. – М. : Фонд «Юбилейная летопись», 2007. – 352 с.
- Этин, В. Л. Анализ состояния инженерной защиты водных объектов Волжского бассейна от воздействия судоходства /В.Л. Этин. – Доклады научного конгресса международного научно-промышленного форума «Великие реки–2005».– Н.Новгород : ННГАСУ, 2005. –Том 1. – С.229–231.
- Корпачев, В. П. Экология лесопользования: учебное пособие / В.П. Корпачев, Г.С. Миронов. – Красноярск : Сибирский гос. технологический ун-т, 2007. – 212 с.
- Носков, Б.Д. Сооружения континентального шельфа: учебное пособие / Б.Д. Носков, Ю.П. Правдивец. – М.: Изд-во АСВ, 2004. – 280 с.
- Состояние радиационной безопасности на атомных станциях России и в районах их расположения. – М. : ОАО «Концерн Росэнергоатом», 2009. – 124 с.
- Дементьев, В. С. Эксплуатация и безопасность гидроузлов на малых реках: учебное пособие/В.С. Дементьев, С.В. Соболев , А.В. Февралев, С.Д. Цымбалов – Н. Новгород : ННГАСУ, 2004. – 135 с.
- Соболев, С. В. Рекреационное использование малых водохранилищ / С.В. Соболев, А.В. Февралев, О.А. Грачева, – Н.Новгород : ННГАСУ, 2010. – 247 с.
- Соболев, С. В. Водоохранилища в области вечной мерзлоты / С.В. Соболев.– Н. Новгород : ННГАСУ, 2007. – 432 с.

- Соболев, С. В. Использование водной энергии малых рек / С.В. Соболев, А.В. Февралев. – Н.Новгород : ННГАСУ, 2009. – 284 с.
- Копосов, Е.В. Экологическая, социальная и экономическая эффективность использования водной энергии малых рек / Е.В. Копосов, С.В. Соболев, А.В. Февралев. – Н.Новгород : ННГАСУ, 2009. – 265 с.

МИНИСТЕРСТВО ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ И ЭКОЛОГИИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ПРИКАЗ от 24 августа 2010 г. N 330

ОБ УТВЕРЖДЕНИИ ТИПОВЫХ ПРАВИЛ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОДОХРАНИЛИЩ

В соответствии с [пунктом 2](#) Постановления Правительства Российской Федерации от 22 апреля 2009 г. N 349 "Об утверждении Положения о разработке, согласовании и утверждении правил использования водохранилищ, в том числе типовых правил использования водохранилищ" (Собрание законодательства Российской Федерации, 2009, N 18 (ч. II), ст. 2247), [подпунктом "а" пункта 1](#) Постановления Правительства Российской Федерации от 13 декабря 2006 г. N 757 "О полномочиях Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации в области водных отношений" (Собрание законодательства Российской Федерации, 2006, N 51, ст. 5461; 2009, N 10, ст. 1237) приказываю:

Утвердить прилагаемые типовые [правила](#) использования водохранилищ.

Врио Министра

С.Р.ЛЕВИ

Утверждены

Приказом Минприроды России

от 24.08.2010 N 330

ТИПОВЫЕ ПРАВИЛА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОДОХРАНИЛИЩ

I. Общие положения

1. Настоящие типовые правила использования водохранилищ (далее - типовые правила) разработаны в соответствии с [пунктом 2](#) Постановления Правительства Российской Федерации от 22 апреля 2009 г. N 349 "Об утверждении Положения в разработке, согласовании и утверждении правил использования водохранилищ, в том числе типовых правил использования водохранилищ" <*>.

<*> Собрание законодательства Российской Федерации, 2009, N 18 (ч. II), ст. 2247.

2. В соответствии с настоящими типовыми правилами осуществляется использование водохранилищ, не включенных в [перечень](#) водохранилищ (в том числе водохранилищ с емкостью более десяти миллионов кубических метров), в отношении которых разработка правил использования водохранилищ осуществляется для каждого водохранилища (нескольких водохранилищ, каскада водохранилищ или водохозяйственной системы в случае, если режимы их использования исключают раздельное функционирование), утвержденный распоряжением Правительства Российской Федерации от 14 февраля 2009 г. N 197-р <*> (далее - водохранилища).

<*> Собрание законодательства Российской Федерации, 2009, N 8, ст. 1032.

3. Типовые правила предназначены для использования:

уполномоченными органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации при осуществлении ими отдельных полномочий Российской Федерации в области водных отношений, реализация которых передана органам государственной власти субъектов Российской Федерации;

собственниками гидротехнических сооружений, образующих водохранилища, и (или) эксплуатирующими такие гидротехнические сооружения организациями;

водопользователями при использовании водных объектов в соответствии с заключенными договорами водопользования и решениями о предоставлении водохранилищ в пользование.

4. Органы государственной власти субъектов Российской Федерации реализуют требования настоящих типовых правил:

в процессе предоставления водохранилищ или их частей, находящихся в федеральной собственности и расположенных на территориях субъектов Российской Федерации, в пользование на основании договоров водопользования, решений о предоставлении водохранилищ в пользование;

при осуществлении мер по охране водных ресурсов водохранилищ, включая установление водоохраных зон и прибрежных защитных полос, поддержание надлежащего санитарного состояния водохранилищ, находящихся в федеральной собственности и расположенных на территориях субъектов Российской Федерации, за исключением водохранилищ, которые полностью расположены на территориях соответствующих субъектов Российской Федерации и использование водных ресурсов которых осуществляется для обеспечения питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения 2 и более субъектов Российской Федерации, в соответствии с [перечнем](#) таких водохранилищ, установленным Правительством Российской Федерации <*>;

<*> [Распоряжение](#) Правительства Российской Федерации от 31 декабря 2008 г. N 2054-р (Собрание законодательства Российской Федерации, 2009, N 2, ст. 335).

при осуществлении мер по предотвращению негативного воздействия вод и ликвидации его последствий в отношении водохранилищ, находящихся в федеральной собственности и полностью расположенных на территориях субъектов Российской Федерации.

5. Собственники гидротехнических сооружений, образующих водохранилища, и (или) эксплуатирующие такие гидротехнические сооружения организации выполняют требования настоящих типовых правил в процессе эксплуатации таких гидротехнических сооружений (далее - ГТС) в соответствии с требованиями законодательства о безопасности гидротехнических сооружений.

II. Правила использования водных ресурсов

6. Водоохранилища могут использоваться для одной или нескольких целей, предусмотренных Водным [кодексом](#) Российской Федерации от 3 июня 2006 г. N 74-ФЗ <*> (далее - Водный кодекс Российской Федерации).

<*> Собрание законодательства Российской Федерации, 2006, N 23, ст. 2381; N 50, ст. 5279; 2007, N 26, ст. 3075; 2008, N 29 (ч. I), ст. 3418; N 30 (ч. II), ст. 3616; 2009, N 52 (ч. I), ст. 6441.

Использование водных ресурсов водохранилищ для целей питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения приоритетно перед иными целями их использования.

7. Использование водохранилищ водопользователями, образованных для целей питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения, в качестве источников питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения осуществляется на основании договоров, заключенных между уполномоченными органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации и водопользователями, и санитарно-эпидемиологических заключений, определяющих их соответствие санитарным правилам и условиям безопасного для здоровья населения использования в соответствии с законодательством о санитарно-эпидемиологическом благополучии населения.

Сброс сточных вод и (или) дренажных вод в границах зон санитарной охраны источников питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения запрещается <*>.

<*> [Пункт 1 части 3 статьи 44](#) Водного кодекса Российской Федерации.

Сброс сточных и (или) дренажных вод в границах второго и третьего поясов зон санитарной охраны источников питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения хозяйственными и иными объектами, которые введены в эксплуатацию или разрешение на строительство которых выдано до введения в действие Водного [кодекса](#) Российской Федерации, допускается с соблюдением санитарных правил и норм в соответствии с Федеральным законом от 30 марта 1999 года N 52-ФЗ "О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения" <*>.

<*> [Статья 6.4](#) Федерального закона от 3 июня 2006 года N 73-ФЗ "О введении в действие Водного кодекса Российской Федерации" (Собрание законодательства Российской Федерации, 2006, N 23, ст. 2380; 2008, N 29 (ч. I), ст. 3418).

8. Водоохранилища, образованные для целей технического водоснабжения промышленных и сельскохозяйственных организаций, водообеспечения объектов теплоэнергетики и производства электрической энергии, орошения земель сельскохозяйственного назначения, используются на основании договоров, заключенных между уполномоченными органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации и водопользователями с учетом интересов иных водопользователей с соблюдением требований рационального использования и охраны водных объектов.

Использование водохранилищ для обеспечения технологических нужд теплоэнергетики и атомной энергетики осуществляется с соблюдением температурных режимов водных объектов <*>.

<*> [Часть 1 статьи 62](#) Водного кодекса Российской Федерации.

Использование водохранилищ для целей производства электрической энергии гидроэнергетическими объектами осуществляется с учетом интересов других водопользователей, соблюдения требований к использованию и охране водных объектов, требований к сохранению водных биологических ресурсов и других объектов животного и растительного мира, требований о предотвращении негативного воздействия вод и ликвидации его последствий <*>.

<*> [Часть 2 статьи 62](#) Водного кодекса Российской Федерации.

9. Использование водохранилищ, образованных в рыбохозяйственных целях и являющихся водными объектами рыбохозяйственного значения, для товарного рыбоводства, организации спортивного и любительского рыболовства, воспроизводства водных биологических ресурсов, осуществляется в соответствии с водным законодательством, законодательством о рыболовстве и охране водных биологических ресурсов, законодательством о животном мире. Сброс в водохранилища, являющиеся водными объектами рыбохозяйственного значения, вредных веществ, предельно допустимые концентрации которых в водах водных объектов рыбохозяйственного значения не установлены, запрещается <*>.

<*> [Часть 2 статьи 47](#) Федерального закона от 20 декабря 2004 года N 166-ФЗ "О рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов" (Собрание законодательства Российской Федерации, 2004, N 52 (часть I), ст. 5270; 2006, N 1, ст. 10; N 23, ст. 2380; N 52 (ч. I), ст. 5498; 2007, N 1 (ч. I), ст. 23; N 17, ст. 1933; N 50, ст. 6246; 2008, N 49, ст. 5748).

В границах рыбоохранных зон и рыбохозяйственных заповедных зон, установленных в соответствии с законодательством, сброс сточных вод и (или) дренажных вод запрещается <*>.

<*> [Пункт 3 части 3 статьи 44](#) Водного кодекса Российской Федерации.

10. Использование водохранилищ для рекреационных целей (отдыха, туризма, спорта) осуществляется при наличии санитарно-эпидемиологического заключения о соответствии водного объекта санитарным правилам и условиям безопасного для здоровья населения использования водного объекта с учетом правил использования водных объектов, устанавливаемых органами местного самоуправления в соответствии с Водным [кодексом](#) Российской Федерации.

Использование водохранилищ рекреационного назначения в иных целях, предусмотренных Водным [кодексом](#) Российской Федерации, допускается с соблюдением санитарных правил и норм в соответствии с законодательством о санитарно-эпидемиологическом благополучии населения.

11. Использование водных ресурсов водохранилищ, образованных для обеспечения пожарной безопасности, в иных целях, предусмотренных Водным [кодексом](#) Российской Федерации, не допускается.

Забор (изъятие) водных ресурсов для тушения пожаров допускается из любых водохранилищ без какого-либо разрешения, бесплатно и в необходимом для ликвидации пожаров количестве.

12. Водный режим водохранилищ, являющихся водными объектами рыбохозяйственного значения (ограничение объема безвозвратного изъятия поверхностных вод, обеспечение оптимального уровня воды и сбросов вод в рыбохозяйственных целях), устанавливается с учетом требований по обеспечению сохранения водных биоресурсов.

13. Водопользователи при использовании водохранилищ обязаны:

не допускать нарушение прав других водопользователей, а также причинение вреда окружающей среде;

содержать в исправном состоянии эксплуатируемые ими очистные сооружения и расположенные в акватории водохранилища гидротехнические и иные сооружения;

информировать уполномоченные исполнительные органы государственной власти субъектов Российской Федерации в области водных отношений об авариях и иных чрезвычайных ситуациях на водохранилищах;

своевременно осуществлять мероприятия по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций на водохранилищах;

вести в установленном порядке учет объема забора (изъятия) водных ресурсов из водохранилищ и объема сброса сточных вод и (или) дренажных вод, их качества, регулярные наблюдения за водохранилищами и их водоохранными зонами, а также бесплатно и в установленные сроки представлять результаты учета и регулярных наблюдений в соответствии с требованиями водного законодательства.

14. Собственники и эксплуатирующие ГТС организации оповещают органы исполнительной власти, органы местного самоуправления и водопользователей об изменениях водного режима водохранилища, в том числе при возникновении аварий на гидротехнических сооружениях и иных чрезвычайных ситуациях, в порядке, определенном законодательством о защите населения от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера.

III. Правила технической эксплуатации и благоустройства водохранилища

15. Мероприятия по технической эксплуатации и благоустройству водохранилища осуществляются постоянно, в течение всего года.

При эксплуатации водохранилищ в зимний период времени собственники ГТС, образующих водохранилища, и (или) эксплуатирующие ГТС организации осуществляют мероприятия по предотвращению повреждений гидротехнических сооружений и берегов водохранилищ в результате ледовых воздействий. В период установления ледяного покрова на акватории водохранилища, в целях быстрее образования сплошного ледяного покрова, предотвращения образования навалов льда перед гидротехническими сооружениями и на откосах водохранилищ, а также возникновением зажоров в нижнем бьефе, сброс воды из водохранилища уменьшается. При образовании ледяного покрова значительной толщины уровень воды в водохранилище необходимо держать постоянным, сбрасывая всю поступающую воду в нижний бьеф.

Минимально возможный уровень воды в водохранилище для зимних условий устанавливается с учетом обеспечения зимовки водных биологических ресурсов, обитающих в водохранилище. В случае, если предшествующий летний период эксплуатации водохранилища сопровождался интенсивным развитием водной растительности, необходимо:

ограничивать зимнюю сработку водохранилища;

проводить мероприятия, направленные на увеличение концентрации растворенного кислорода в воде.

16. Ежегодно, за один месяц до прогнозируемого срока наступления весеннего половодья собственники ГТС, образующих водохранилища, и (или) эксплуатирующие ГТС организации осуществляют следующие мероприятия:

проверяют состояние гидротехнических сооружений напорного фронта и береговой зоны водохранилища;

проводят необходимый ремонт сооружений, конструкций и механизмов, обеспечивающих пропуск половодья;

проверяют работу контрольно-измерительной аппаратуры (при наличии такой аппаратуры);

апробируют работу затворов, подъемных механизмов и устройств автоматического управления;

проверяют надежность электропитания подъемных механизмов затворов.

17. В случае выявления на гидротехнических сооружениях неисправностей, которые к началу периода половодья (летних паводков) устранить не представляется возможным, при этом они могут привести к возникновению чрезвычайной ситуации, принимаются меры по незаполнению водоема в период половодья или паводков.

18. При выпадении сильного дождя ливневого характера в период максимальных уровней воды в водохранилище водосбросные и водозаборные сооружения открываются для пропуска поступающей воды с учетом пропускной способности отводящего тракта.
19. С целью предупреждения зарастания акватории водохранилища и цветения воды уполномоченными органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации реализуются следующие мероприятия:
- высадка тростника;
 - заселение водохранилища гидрофитами с обязательной уборкой (осенью) образующейся растительной массы;
 - локальное изъятие иловых отложений;
 - механическое изъятие избыточной биомассы водорослей из водохранилищ в местах их массовых скоплений;
 - санитарная обработка после сработки водохранилища до отметки уровня мертвого объема.
20. В период сработки водохранилища перед началом половодья, а также в процессе пропуска половодья и паводков, при наличии благоприятного прогноза по водности года, собственники ГТС, образующих водохранилища, и (или) эксплуатирующие ГТС организации осуществляют мероприятия по очистке дна водохранилища от наносов (промыв водохранилища от наносов). Данные мероприятия проводятся при возможности создания в верхнем бьефе скорости течения, обеспечивающей размыв и транспортировку отложений наносов (не ниже 0,8 - 1,0 м/с).
21. При проведении промыва водохранилища от наносов:
- максимально сокращаются перерывы в подаче воды по согласованию с иными водопользователями;
 - скорости сработки и наполнения водохранилища обеспечиваются с учетом требований безопасности гидротехнических сооружений (обеспечения устойчивости откосов гидротехнических сооружений, а также берегов водохранилища);
 - в случае работы гидротехнического сооружения в каскаде попуски в нижний бьеф осуществлять при условии обеспечения безопасности нижерасположенных гидротехнических сооружений;
 - заблаговременно согласовываются с водопотребителями, органами местного самоуправления, органами исполнительной власти соответствующего субъекта Российской Федерации, территориальными органами Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Федеральной службы по надзору в сфере природопользования, Федерального агентства по рыболовству, Федерального агентства морского и речного транспорта и другими заинтересованными организациями время и продолжительность промыва водохранилища. Непосредственно перед началом сброса воды из водохранилища указанные лица, органы и организации оповещаются о предстоящем промыве.
22. В случае значительного заилиения водохранилища удаление наносов осуществляется механическим способом (земснарядами, землечерпалками).
23. Защита берегов водохранилища от размыва и разрушений при сезонных колебаниях уровня воды и волновых воздействиях, а также предотвращений эрозии почв и развития овражной системы на территории, прилегающей к водохранилищу, осуществляется уполномоченными органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации следующими методами:
- уполаживание откосов, засев откосов специальными травами или одерновка поверхности естественным дерном;
 - укрепление склонов вяжущими материалами с пропиткой грунта битумной эмульсией с применением цемента, битумов, латексов, различных битумных эмульсий;

покрытие берега хворостяной выстилкой или плетнями, фашинами, деревянными креплениями;
отсыпка каменной наброски без подготовки ее основания и возведения дополнительных креплений на стыке ее с прибрежной отмелью;
отсыпка песчано-гравийной смеси с уклоном от 1,5 до 2` в сочетании с поперечными бунами из негабаритного камня;
намыв пологих песчаных пляжей;
планировка откосов высокого абразивного берега и укладка бетонных плит без подготовки основания;
укрепление откосов габионной кладкой;
облицовка разрушаемого места бетоном или железобетоном;
устройство специальных подпорных стен;
систематический надзор, уход и ликвидация рытвин и промоин, образовавшихся после ливней и снеготаяния;
содержания и охраны существующих лесных насаждений и кустарников на склонах и прилегающих к водохранилищу территориях;
посадки специальных пород деревьев и кустарников;
засев разрушаемой территории укрепляющими травами;
систематический надзор, уход и ликвидация рытвин и промоин, образовавшихся после ливней и снеготаяния;
устройство на склонах специальных водоперехватывающих нагорных валов и каналов;
устройство в оврагах специальных сооружений (запруд, ступенчатых перепадов, быстротоков и т.д.).

24. Границы водоохраной зоны и прибрежной защитной полосы водохранилища устанавливаются посредством специальных информационных знаков в порядке, установленном [Постановлением](#) Правительства Российской Федерации от 10 января 2009 г. N 17 "Об утверждении Правил установления на местности границ водоохранных зон и границ прибрежных защитных полос" <*>.

<*> Собрание законодательства Российской Федерации, 2009, N 3, ст. 415.

25. Защита дна и берегов в нижнем бьефе от размывов обеспечивается собственниками гидротехнических сооружений или эксплуатирующими ГТС организациями подъемом затворов водосбросных отверстий с интервалом, не допускающим образования в нижнем бьефе высоких волн.

26. Собственник гидротехнического сооружения или эксплуатирующая организация обеспечивает наличие документов, содержащих сведения о водохранилище, гидроузле и мерах по обеспечению безопасности гидротехнического сооружения, а также осуществляет ведение и хранение документации, в которую заносится информация о результатах наблюдений за режимом работы и состоянием водохранилища и гидротехнических сооружений, расположенных на водохранилище, и о работах, проводимых при эксплуатации водохранилища. Примерный перечень указанной документации приведен в [Приложении 1](#).

27. Образцы документации, содержащей данные об основных параметрах водохранилища, характеристике водотока, приведены в [Приложении 2](#).

Образцы документации, в которую заносится информация о результатах наблюдений за режимом работы и состоянием водохранилища и гидротехнических сооружений, расположенных на водохранилище, а также о работах, проводимых при эксплуатации водохранилища, приведены в [Приложении 3](#).

27.1. В Журнале наблюдений уровней воды водохранилища фиксируются результаты наблюдений за уровнями воды в водохранилище. Положение уровня воды измеряется ежедневно по состоянию на 8 часов утра с точностью до 0,5 см. К журналу прикладываются графики колебаний уровней воды в водохранилище, построенные на основе данных наблюдений.

27.2. В Журнал наблюдений за состоянием гидротехнических сооружений водохранилища заносятся данные об обнаруженных при проведении осмотров дефектов и нарушений, а также сведения о принятых мерах по устранению указанных нарушений.

Приложение 1
к типовым правилам
использования водохранилищ,
утвержденным Приказом
Минприроды России
от 24.08.2010 N 330

ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ДОКУМЕНТАЦИИ

В службу эксплуатации должна передаваться на хранение и использование следующая документация для гидротехнических сооружений, построенных по рабочим проектам:

- 1) полный комплект проекта водохранилища и его сооружений, а также всех рабочих чертежей, выданных в период строительства;
- 2) исполнительные чертежи по всем сооружениям, а также акты на скрытые работы и промежуточную приемку отдельных сооружений;
- 3) акты приемки пусковых испытаний отдельных сооружений и видов оборудования;
- 4) акт государственной комиссии о приемке водохранилища в постоянную эксплуатацию;
- 5) ситуационный план с нанесенными границами территории гидротехнического сооружения, охранной зоны в масштабе 1:25000, генеральный план гидроузла в масштабе 1:5000, планы и разрезы по сооружениям напорного фронта, ограждающим и защитным дамбам, план водохранилища, характерные продольные и поперечные разрезы гидротехнических сооружений и их оснований в масштабе 1:25000;
- 6) кривые зависимости его объемов и площадей, сбросных расходов и уровней воды в верхнем бьефе;
- 7) основные параметры водохранилища и характеристики водотока;
- 8) инструкция по эксплуатации водохранилища в целом и по каждому сооружению в отдельности;
- 9) паспорта всех сооружений, оборудований;
- 10) план территории гидротехнического сооружения с прилегающими территориями, попадающими в зону затопления в случае прорыва напорного фронта, - в масштабе и детализации, допустимого для открытого пользования;
- 11) производственные и должностные инструкции работников эксплуатирующей организации;
- 12) сведения об обучении работников эксплуатирующей организации безопасным методам и приемам выполнения работ и оказанию первой помощи пострадавшим на производстве, о проведении инструктажа по охране труда, о стажировке на рабочем месте, о проверке знаний требований охраны труда.

Все вышеперечисленные документы должны содержаться в полном порядке, иметь описи и храниться в специальных шкафах.

Службой эксплуатации должна вестись следующая обязательная документация:

требования охраны труда и безопасности производства;

журнал учета дежурств;

журнал распоряжений;

журнал инструктажа по технике безопасности;

журнал учета ремонтных работ по поддержанию или реконструкции сооружений;

журнал наблюдений за состоянием гидротехнических сооружений;

журнал наблюдений за уровнями воды.

Приложение 2
к типовым правилам
использования водохранилищ,
утвержденным Приказом
Минприроды России

ОБРАЗЦЫ ДОКУМЕНТАЦИИ, СОДЕРЖАЩЕЙ ДАННЫЕ ОБ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРАХ ВОДОХРАНИЛИЩА, ХАРАКТЕРИСТИКЕ ВОДОТОКА, А ТАКЖЕ ОБ ОБЪЕМЕ ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ ВОДОПОЛЬЗОВАТЕЛЯМИ

Основные параметры водохранилища и характеристики водотока

(наименование водохранилища)

№	Наименование параметра	значение
1	Наименование водотока, на котором расположено водохранилище и речного бассейна, на территории которого расположен водоток	
2	Местоположение створа плотины (расстояние от устья или истока водотока, географические координаты)	
3	Площадь водосбора в створе плотины, км ²	
4	Среднемноголетний сток, млн. м ³	
5	Объем годового стока, млн. м ³ 75% обеспеченности 50% обеспеченности	

6	Объем весеннего половодья, млн. м3 1% обеспеченности 50% обеспеченности	
7	Нормальный уровень верхнего бьефа (НПУ), м	
8	Форсированный уровень верхнего бьефа (ФПУ), м	
9	Отметка уровня мертвого объема, м абс	
10	Отметка уровня мертвого объема, м абс	
11	Объем полный, млн. м3	
12	Объем полезный, млн. м3	
13	Объем полезный, млн. м3	

КонсультантПлюс: примечание.

Нумерация пунктов в таблице дана в соответствии с официальным текстом документа.

13	Ширина, км максимальная средняя	
14	Глубина, м максимальная (при НПУ) средняя	
15	Длина береговой линии, км	

ОБРАЗЦЫ ДОКУМЕНТАЦИИ, В КОТОРУЮ ЗАНОСИТСЯ ИНФОРМАЦИЯ О РЕЗУЛЬТАТАХ НАБЛЮДЕНИЙ ЗА РЕЖИМОМ РАБОТЫ И СОСТОЯНИЕМ ВОДОХРАНИЛИЩА И ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ, РАСПОЛОЖЕННЫХ НА ВОДОХРАНИЛИЩЕ, А ТАКЖЕ О РАБОТАХ, ПРОВОДИМЫХ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ВОДОХРАНИЛИЩА

См. данную форму в MS-Excel.

Журнал наблюдений уровней воды водохранилища

Дата и время наблюдения	№ поста	№ рейки	Отсчеты по рейке			Подпись наблюдателя
			минимум	максимум	средний	
1	2	3	4	5	6	7

См. данную форму в MS-Word.

Журнал наблюдений за состоянием гидротехнических сооружений водохранилища

Дата	Местоположение обнаруженных дефектов и нарушений	Описание, эскиз, характеристика, причина обнаруженных нарушений	Принятые меры, дата и подпись ответственного лица

Вопросы по дисциплине «Безопасная эксплуатация водных объектов»

1. Каков состав гидросферы Земли, ее объем? Какие страны обладают наибольшими возобновляемыми водными ресурсами? Какова примерно водообеспеченность территории России?
2. Перечислите виды водных объектов по Водному Кодексу Российской Федерации. Как проводится береговая линия у различных поверхностных водных объектов и определяется ее длина?
3. Назовите наиболее крупные реки России. Что Вы о них знаете? Дайте характеристику р. Волги с притоками.
4. Объясните, какие причины заставляют перераспределять речной сток по территории страны и во времени в интересах народного хозяйства. Как осуществляют перераспределение стока?
5. Дайте определение водохранилища. Назовите типы водохранилищ по признаку генезиса и по назначению. Приведите примеры.
6. Перечислите и поясните морфометрические показатели долинных водохранилищ. Как водохранилища классифицируют по морфометрическим показателям? Назовите крупнейшие водохранилища России по объему, площади водного зеркала, глубине?
7. Каким законом регулируются водные отношения в России? Какой федеральный орган уполномочен регулировать водные отношения в стране? Зачем созданы бассейновые округа? Как взимается плата за воду?
8. Водоохраные зоны и прибрежные защитные полосы поверхностных водных объектов: определение, ширина, обозначение на местности, ограничения в использовании.

9. Водное хозяйство страны: определение, задачи, отрасли, фонд водного хозяйства.
10. Водоснабжение промышленности и сельского хозяйства: краткая характеристика.
11. Хозяйственно-питьевое водоснабжение населения: краткая характеристика и требования к водным объектам.
12. Отведение сточных вод в поверхностные водные объекты: краткая характеристика. В какие водные объекты Водным кодексом запрещен сброс сточных вод?
13. Использование водных объектов в производстве электроэнергии на различных типах электростанций: краткая характеристика. Регулирование водного режима в целях энергетики.
14. Поясните роль гидроэлектростанций в энергосистемах. Назовите гидроэлектростанции двух наиболее крупных каскадов в нашей стране. Какие ГЭС наиболее мощные в этих каскадах? Какие водохранилища в этих каскадах имеют наибольший объем?
15. Что Вы знаете о воздействии ТЭС, АЭС и ГЭС на окружающую среду? Какой из названных типов электростанций представляется лично Вам предпочтительным для России? Аргументируйте ответ.
16. Использование водных объектов для водного транспорта и лесосплава: краткая характеристика и требования к водным объектам.
17. Использование водных объектов для рыбного промысла и рыбоводства: три основные группы рыб; внутренние рыбопромысловые бассейны; режимные требования рыбохозяйственного использования водохранилищ.
18. Использование водных объектов для добычи полезных ископаемых, в том числе нефтедобыча на шельфе и ее воздействие на морскую среду.
19. Использование водных объектов для рекреации: определение рекреации; виды рекреации; рекреационные требования к водным объектам.
20. Защита от наводнений в долинах рек: определение наводнения; виды наводнений; состав защитных мероприятий; роль водохранилищ в предотвращении наводнений.

21. Защита от разрушения берегов морей, рек и водохранилищ: причины разрушения берегов; типы берегозащитных сооружений (в том числе на берегах рек Оки и Волги в городе Нижнем Новгороде).
22. Схемы комплексного использования и охраны водных объектов (СКИОВО) для бассейнов крупных рек: кем разрабатываются, в каких целях, как реализуются?
23. Водохозяйственный баланс объектов бассейна: назначение, структура, уравнение (составляющие) водохозяйственного баланса.
24. Регулирование речного стока водохранилищами: виды регулирования; возможности регулирования стока водохранилищем; водный баланс водохранилища (уравнение; составляющие баланса); назначение водохозяйственного расчета водохранилища; ограничения водохранилищ по площадям мелководий.
25. Водный режим нижних бьефов гидроузлов: как изменяются расходы и уровни воды в нижних бьефах ГЭС при годовом и суточном регулировании стока? Какие мероприятия применяют для минимизации колебаний и зачем?
26. Изменение морфометрических параметров водохранилищ в период эксплуатации: вследствие каких процессов оно происходит, в каких пределах, одинаково ли в средней полосе России и в зоне вечной мерзлоты, как оценить потери земель в береговой зоне?
27. Правила использования водохранилищ: содержание правил в обобщенном (кратком) изложении.
28. Государственный водный реестр: содержание документа в обобщенном (кратком) изложении.
29. Мониторинг водных объектов: наблюдательная сеть и наблюдаемые показатели по программе государственного мониторинга.

Учебное издание

Соболь Станислав Владимирович
Февралев Аркадий Валентинович
Соболь Илья Станиславович

БЕЗОПАСНАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ

Электронное учебное пособие

Компьютерное оформление О.А. Соболь

Подписано в свет _____ Гарнитура «Калибри». Размер 160 Мб

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет» 603950, Нижний Новгород, ул. Ильинская, 65.

[http:// www.nngasu.ru](http://www.nngasu.ru), srec@nngasu.ru



Соболь С.В.,
доктор техн. наук,
профессор,
заведующий кафедрой
гидротехнических и
транспортных
сооружений ННГАСУ.

Карелия, река Тохмайоки,
2015 г.



Февралев А.В.,
кандидат техн. наук,
доцент, профессор
кафедры
гидротехнических и
транспортных
сооружений ННГАСУ

Река Ока, 2016 г.



Соболь И.С.,
доктор техн. наук,
доцент, проректор
по научной работе,
доцент кафедры
гидротехнических и
транспортных
сооружений ННГАСУ
Красноярская ГЭС,
река Енисей, 2009 г.