



## Содержание

### Введение

### Глава I. Эколого – геоморфологическая характеристика зоны затопления Богучанской гидроэлектростанции;

- 1.1 Физико-географическое положение района исследования.....6
- 1.2 Геологическое строение и рельеф района.....8
- 1.3 Климат .....10
- 1.4 Гидрологические ресурсы ..... 14
- 1.5 Почвенно – растительный покров и животный мир..... 16

### Глава II. Влияние ГЭС на природные комплексы;

- 2.1 Влияние строительства гидроэлектростанции природные комплексы Приангарья.....24
- 2.2 Изменение природных комплексов в процессе эксплуатации.....31
- 2.3 Охрана поверхностных вод водохранилища.....39

### Глава III. Прогнозируемые экологические последствия и другие воздействия БоГЭС на окружающую среду .....48

- 3.1 Экологические последствия строительства Саяно–Шушенской гидроэлектростанции.....83
- 3.2 Экологические последствия строительства Красноярской гидроэлектростанции.....89
- 3.3 Экологические последствия строительства Алтайской гидроэлектростанции.....93

### Заключение. ....104

### Список литературы.....106

### **Актуальность темы.**

За время существования гидроэнергетики в России было построено много ГЭС. В большинстве из них не соблюдались экологические требования, в каждой имеются нарушения. При строительстве Богучанской гидроэлектростанции можно утверждать только некоторые нарушения – это вырубка леса, отсутствие полной очистки ложа водохранилища. Влияние ГЭС на зону Нижнего Приангарья слабо изучено, стоит только предположить, что произойдет с природными комплексами данной территории в ближайшем будущем.

**Цель исследования:** изучить влияние Богучанской гидроэлектростанции на природные комплексы, определить изменения экологического состояния природно–территориальных комплексов в связи со строительством гидроэлектростанции

### **Задачи:**

1. Выявить особенности развития природно-территориального комплекса на исследуемой территории;
2. Выявить особенности изменения экологического состояния природных комплексов в связи с воздействием ГЭС;
3. Определить влияние гидроэлектростанций на геоморфологические особенности других районов.

**Объект исследования:** природный потенциал бассейна р. Ангара представляющий существенную часть Красноярского края, относящийся к крупным производителям лесной продукции Российской Федерации.

**Предмет исследования:** Оценка природного потенциала региона с учетом влияние ГЭС на экологическую обстановку территории.

**Методы исследований:** картографический, метод наблюдения, литературный, сравнительный, методы геоморфологии, экологического анализа и прогноза.

Данные методы выбраны с учетом их необходимости и достаточности для решения поставленных задач.

### **Научная новизна:**

Дополнение имеющихся сведений о комплексах природы. Характеристика Приангарья, так как имеющаяся информация несколько устарела на данном этапе. Дана оценка экологического состояния изучаемой территории в связи со строительством гидроэлектростанции. Была сделана попытка систематизировать данную информацию. Результатом стали составленные диаграммы, графики, сделаны соответствующие выводы.

### **Практическая значимость исследования:**

Основные выводы научно исследовательской работы могут быть использованы для:

- Оценки природного потенциала зоны активного освоения территории Приангарья;
- Организации физико –географического и экологического мониторинга за состоянием природно-территориального комплекса;
- Изучения влияния воздействия на гражданское строительство , сельскохозяйственных производителей.
- Результаты данной работы могут быть использованы для разработки уроков по географии, экологии и Красноярского края.

Богучанской гидроэлектростанции;

Район исследования включает в себя зону затопления юго-западной части Средне – Сибирского плоскогорья, зоны средней и южной тайги, между 57-60<sup>0</sup> с.ш. и 98-103<sup>0</sup> в.д. Водохранилище Богучанской ГЭС располагается в бассейне нижнего течения р. Ангара, в основном на территории Красноярского края в Кежемском районе и частично, на территории Богучанского района (рис.1).

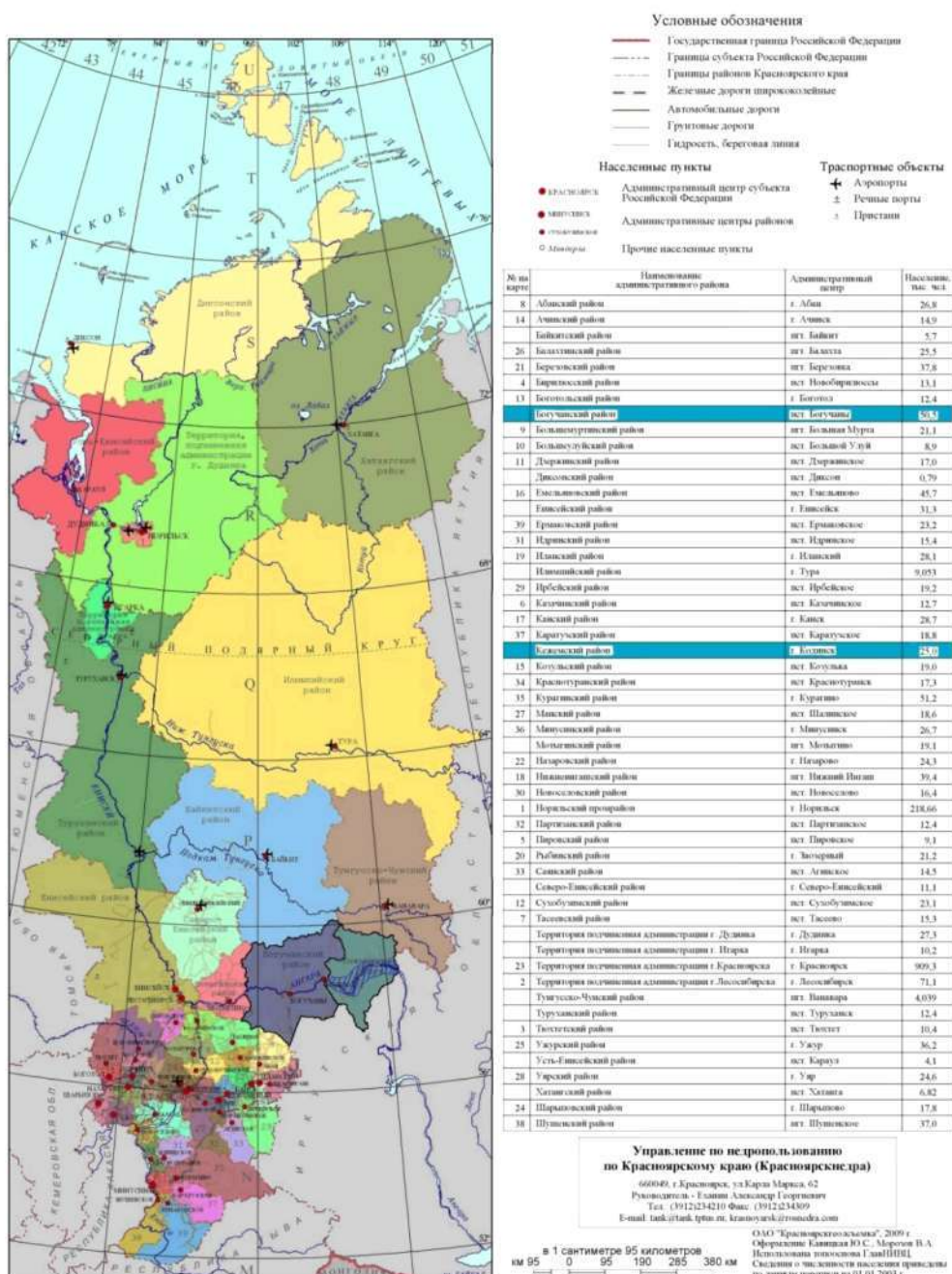


Рис. 1. Зона распространения водохранилища [20]



## 1.1 Физико – географическое положение района исследования

Богучанская ГЭС строится уже более 20 лет (рис.2). Год начала строительства - 1980, подготовительные работы начаты в 1974 году. Проект ГЭС в ходе проектирования и строительства неоднократно претерпевал изменения. По первоначальным планам мощность ГЭС должна была составить 4000 МВт. при напоре 71 м. По утвержденному проекту 1979 года ГЭС должна иметь мощность 3000 МВт, среднегодовую выработку 17,6 млрд.квт.ч, проектная отметка высоты плотины 208 м. Строительство ГЭС было фактически заморожено с 1994 по 2005 гг. в связи с недостатком средств. С 2006 года работы по достройке ГЭС развернуты вновь. Планируемый год ввода в эксплуатацию пускового комплекса - 2009, а окончание строительства - 2012 год. [6]



Рис. 2. Богучанская ГЭС[19]

Основные параметры водохранилища:

- отметка нормального подпорного уровня (НПУ) - 208,0 м;
- отметка форсированного подпорного уровня (ФПУ) - 209,5 м
- отметка максимальной сработки водохранилища (зимняя и навигационная) - 207,0 м;
- площадь зеркала водохранилища при НПУ - 2326 км<sup>2</sup>;
- средняя глубина водохранилища - 25,0 м;
- объем водохранилища: полный при НПУ - 58,20 км<sup>3</sup>; полезный - 2,31 км<sup>3</sup>;
- протяженность водохранилища по основному руслу - 375 км;
- максимальная ширина - 14-15 км;
- минимальная ширина 1,2 км.

Подпор от водохранилища распространится на притоки: по р. Кова на 75 км, по р. Кода на 50 км, по рекам Едарма, Карадима, Верхняя Кежма, Нижняя Кежма и Парга до 25 км.

Протяженность контура при НПУ водохранилища 3700 км (рис. 3).[6]



Рис. 3. Ложе будущего водохранилища[19]

## 1.2 Геологическое строение и рельеф района

Бассейн водохранилища сложен разнообразными по составу коренными породами палеозоя, мезозоя и кайнозоя с маломощным чехлом рыхлых четвертичных отложений различного происхождения. Осадочные породы представлены в основном карбонатами или обогащенными карбонатами силикатами; песчаники, аргиллиты, алевролиты, мергели.

Зона водохранилища располагается в пределах Средне-Сибирского плоскогорья сибирских траппов. В пределах зоны водохранилища плоскогорье приподнято на 500 - 600 м над уровнем моря, повышаясь к западу (Енисейский кряж) и к востоку (Приленская возвышенность) (рис. 4).

Общий фон строения поверхности - это достаточно плоские водоразделы, разчлененные долинами рек с пологими короткими склонами.

В Кежемском районе в левобережье особенно выделяются заболоченные притеррасные понижения. Крупные притоки Ангары: Мура, Чадобец имеют извилистое русло и хорошо выработанные долины. В средних течениях имеются широкие поймы и надпойменные террасы с различной степенью заболоченности.

Рельеф приангарской провинции Сибирской платформы характеризуется широким распространением трапповых гор и поднятий с ровными вершинами и пологими склонами. Водоохранилище будет занимать долину р. Ангары на протяжении 373 км. от створа «Кодинская заимка» до Усть – Илимской ГЭС. Объем заключенных в чаше водных масс составит  $58,2 \text{ км}^3$ , средняя глубина водоема - 25 м, а максимальная 75 м. Водоохранилище будет иметь максимальную ширину 14-15 км. а минимальную до 1,2 км. подпор распространяется по притокам Ангары: реки Кова и Парта на 50 км. Едарма, Верхняя и Нижняя Кежма на 25 км. Протяженность периметра нового водохранилища составит 2500 км, а площадь его водосборного бассейна  $831000 \text{ км}^2$ .

Существующие сельскохозяйственные угодья располагаются, как правило в долинах рек, по пойменным и надпойменным выровненным террасам.



Небольшие площади сельскохозяйственных угодий занимают пологие склоны и даже плоские вершины водоразделов. [19]



Рис. 4. Рельеф зоны затопления [20]

Основная особенность рельефа Восточной Сибири — общая значительная приподнятость ее над уровнем моря и преобладание пространств с горным рельефом: горные массивы и плоскогорья занимают 3/4 всей территории.

Большую часть страны занимает высоко приподнятое и сильно расчлененное Средне-Сибирское плоскогорье. Оно ограничено на западе Енисеем, на востоке Леной, Таймырской низменностью на севере и склонами гор Южной Сибири на юге. Поверхность Средне-Сибирского плоскогорья расположена на высоте в среднем 500—700 м (но отдельные вершины, например в горах Путорана, достигают 1700 м). Его склоны круто обрываются к Таймырской низменности и долине Енисея. В отдельных местах, особенно на севере и северо-западе, высота обрывов плоскогорья над прилегающими к нему равнинами достигает 300 - 600 м. [17]

### 1.3 Климат

Климат районов зоны водохранилища резко континентальный, обусловлен большой удаленностью от морей и океанов. Континентальность возрастает с запада на восток и с юга на север.

На характер климата районов существенное влияние оказывает атмосферная циркуляция. С октября месяца по март господствующим типом циркуляции является антициклональный, обуславливающий в зимнее время низкие температуры, слабые ветры, малую облачность, небольшое количество осадков. Циклональный тип циркуляции господствует только в теплое время года. Циклоны обычно поступают с юго-запада и северо-запада. Они приносят осадки, а с юга поступают теплые воздушные массы.

Весенний и осенний периоды отличаются частой сменой антициклонов и циклонов, что приводит к большому разнообразию погоды.

В целом можно считать, что в районах зоны водохранилища Богучанской ГЭС зимы холодные, малооблачные, безветренные, лето - в среднем теплое, но короткое (рис.5, 6 ).[21]

Пункты	Месяцы												Годовые
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Богучаны	-23,1	-20,8	-11,9	-1,9	6,2	14,9	18,4	14,8	8,5	-1,0	-13,1	-22,3	-2,6
Кежма	-25,4	-22,2	-12,8	-2,9	5,5	14,6	18,6	15,0	7,3	-2,4	-15,5	-24,6	-3,7
Невон	-25,6	-22,9	-13,0	-2,6	6,2	14,2	17,8	14,7	7,1	-2,4	-15,1	-24,8	-3,9

Рис. 5 Среднемесячная и среднегодовая температура воздуха [21]

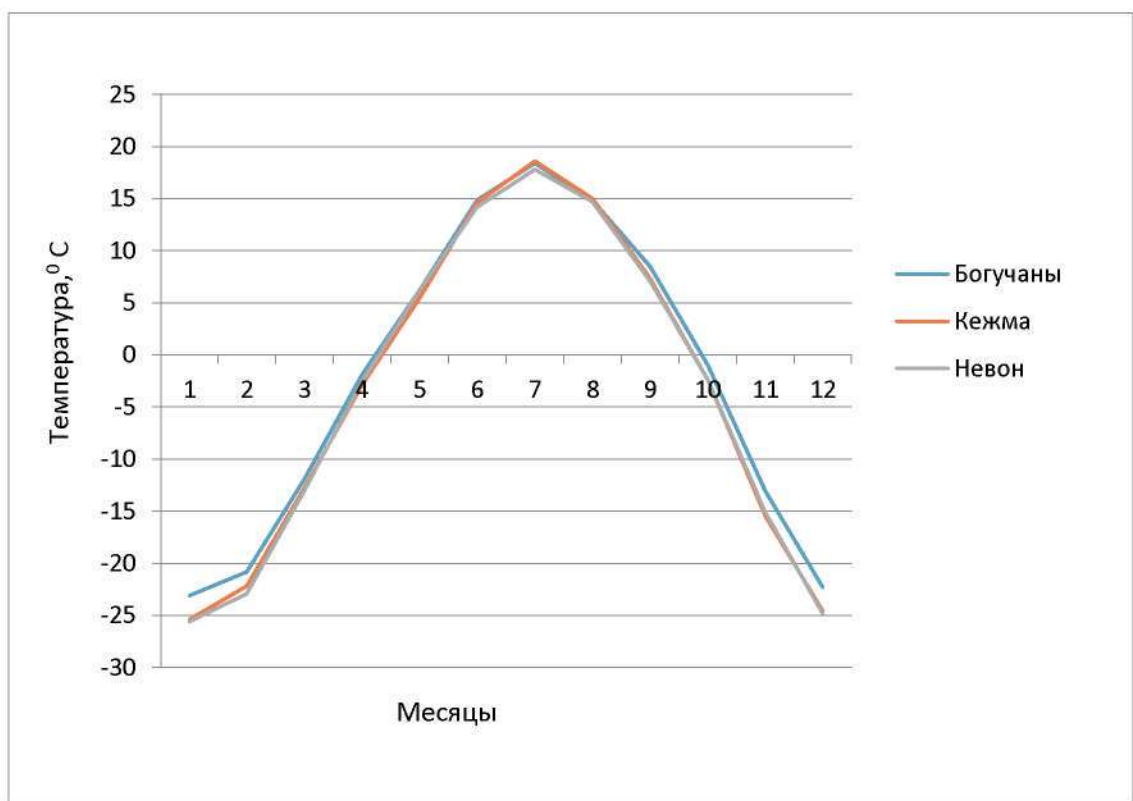


Рис. 5. Среднемесячная и среднегодовая температура воздуха

Исходя из данного графика можно сделать вывод, более критические отрицательные средне годовые температуры имеет поселок Кежма и Невон. Поселок Богучаны в данном случае имеет гораздо меньшие средне годовые отрицательные температуры в промежутке с января месяца по апрель и с октября по декабрь включительно. Следовательно зимний период в этом районе составляет примерно семь месяцев. Положительные температуры наблюдаются во всех поселках в одинаковое время; с середины мая по конец сентября начало октября. [21]

Метеостанции	Период с $t \geq 0^\circ\text{C}$	Столбец 1	Период с $t \geq 5^\circ\text{C}$	Столбец 2	Период с $t \geq 10^\circ\text{C}$	Столбец 3
	и выше	ц1	и выше	ц2	и выше	ц3
	даты перехода	дни	даты перехода	дни	даты перехода	дни
Богучаны	22.IV-12.X	172	10.V-27.IX	139	28.V-10.IX	104
Кежма	22.IV-8.X	165	13.V-22.IX	131	1.VI-6.IX	96



Невон	24.IV-8.X	166	11.V-22.IX	133	29.V-6.IX	96
-------	-----------	-----	------------	-----	-----------	----

Рис.6. Даты перехода среднесуточной температуры воздуха и продолжительность периодов [21]

Район исследования обладает достаточно суровыми климатическими условиями, слабым количеством осадков и низкими температурными явлениями.

Зона водохранилища относится к районам недостаточной увлажненности с годовым количеством осадков менее 350 мм (рис. 7).

Метеостанции	Месяцы												Годовые
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Богучаны	11	8	8	18	31	45	53	53	37	26	18	12	320
Кежма	16	10	8	11	25	36	46	55	32	23	27	19	308
Невон	12	7	7	12	27	47	56	61	33	24	20	14	320

Рис. 7. Среднемесячное и годовое количество осадков, мм [19]

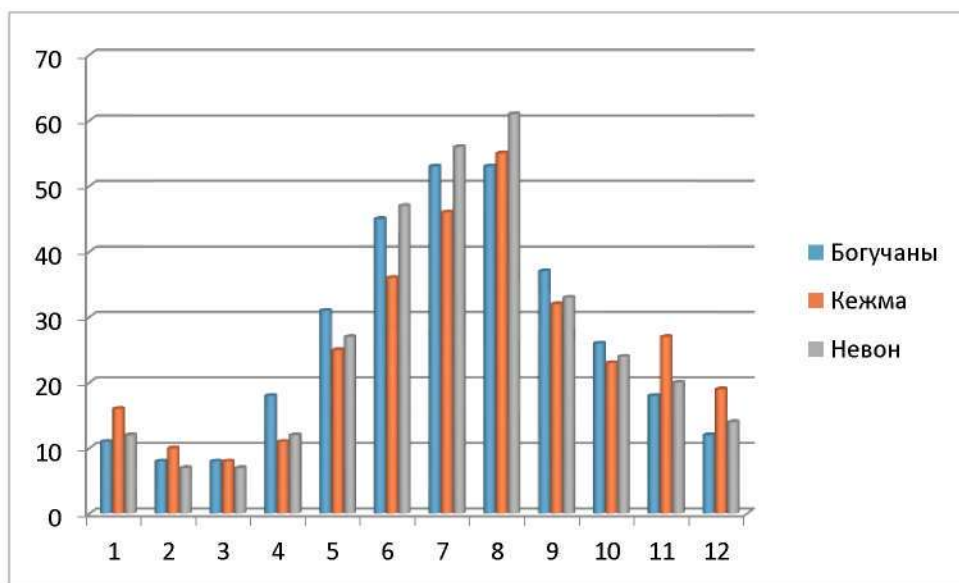


Рис. 7. Среднемесячное и годовое количество осадков, мм

Как видно из графика, осадков выпадает мало, но следует учесть, что за теплый период (апрель, октябрь) выпадает от 75 до 82 % годового количества осадков. Лето самый влажный сезон в Приангарье. Осенью хотя и выпадает осадков меньше, но они являются важнейшим источником накопления влаги в почве.

Учитывая большую залесенность, низкие температуры, слабую испаряемость с поверхности и достаточное количество осадков в вегетационный период, зону района водохранилища следует считать достаточно увлажненным.

Высота снежного покрова достигает 35 - 60 см, снег держится 190 дней. Мощный покров способствует меньшему промерзанию почвы.

Среднегодовая температура почвы на глубине от 20 до 40 см положительная. Почвы оттаивают на глубину 30 см к 10 мая, а на полную глубину на незащищенной пашне в начале - середине июня. Активные температуры (больше 10 °С) проникают на глубину 140 см и в пахотном слое и держатся до 100 дней. Вечная мерзлота в Приангарье встречается отдельными участками по замкнутым котловинам под темнохвойными мшистыми лесами. *Специфика условий этого региона заключается в том, что здесь сложным образом взаимодействуют с одной стороны менее континентальный климат Западной Сибири, с другой резко континентальный климат бассейна Лены и северо-востока Сибири. В результате этого именно здесь происходит смена типов зональности с образованием особого переходного среднесибирского типа, отличающегося редуцированностью собственно таежных черт и отсутствием собственно таежных черт и отсутствием самых типичных представителей природного комплекса.*

Согласно агроклиматическому районированию зона водохранилища относится к району прохладному, достаточно увлажненному. В этом районе климатические условия позволяют выращивать ранние зерновые, картофель, многолетние травы, некоторые овощные и силосные культуры. [20]



## 1.4 Гидрологические ресурсы района

Территория зоны водохранилища имеет сильно разветвленную гидрографическую сеть и представлена бассейном р. Ангара и ее притоками. В пределах зоны водохранилища река Ангара имеет наиболее крупные притоки: Кова, Едарма, Ката, Кода и др. Реки характеризуются высокими скоростями течения и порожистостью. Продолжительность ледового периода в среднем 183 дня. Мощность ледового покрова зависит от характера зимы и достигает на р. Ангаре в отдельные годы 1,5 м и более. Весенний ледоход начинается около 17 мая и продолжается в среднем 8 дней. Осенний ледостав начинается 15 - 20 октября и продолжается в среднем 22 дня. В связи с тем, что почти все населенные пункты зоны водохранилища и большая часть основных сельскохозяйственных угодий расположены по берегам рек, население использует воду из этих рек для питьевых и хозяйственных целей. [15]

Сооружение водохранилищ всегда ведет к уменьшению как стока воды вследствие дополнительных потерь на испарение с поверхности водоема, так и стока наносов, биогенных и органических веществ, вследствие их накопления в водоеме.

В результате сооружения водохранилища возрастает поверхность, покрытая водой; поскольку испарение с водной поверхности всегда больше, чем с поверхности суши, потери на испарение также возрастают. Наблюдается уменьшение стока реки по сравнению с естественными условиями (до сооружения водохранилища).

В условиях избыточного увлажнения испарение с водной поверхности ненамного превышает испарение с поверхности суши. В условиях недостаточного увлажнения, а в особенности в условиях засушливого климата, сооружение водохранилищ приводит к существенным потерям стока.

Зона водохранилища Богучанской гидроэлектростанции почти целиком расположена в Тунгусском артезианском бассейне. Особенности залегания,

распространения и состава подземных вод предопределены геологическим строением, вещественным и литологическим составом вмещающих пород и орографическими условиями прибрежной зоны. В гидрогеологическом разрезе прослеживаются грунтовые, межпластовые и напорные воды. Водовмещающие породы в большинстве своем осадки пресноводных бассейнов, что сказалось на формировании мощной зоны пресных гидрокарбонатных вод (минерализация до 0.1 г/л). Ограниченное распространение соленоватых, сульфатных и хлоридных вод объясняется локальным развитием гипсоносных и соленосных пород (минерализация от 0.1 до 10 г/л). Водообильность осадочных отложений целиком зависит от литологического состава пород. Наивысшая обводненность отмечается в закарстованных карбонатных породах, минимальная в песчано-глинистых. [7]

## 1.5 Почвенно – растительный покров и животный мир

В почвенном покрове преобладают подзолистые, дерново – подзолистые и торфяно – глеевые почвы. По механическому составу наиболее часто встречаются супесчаные и суглинистые, реже – песчаные почвы. Все они бедны гумусом. Наиболее бедными почвами в отношении гумуса являются песчаные, занимающие прибрежные террасы. Окультуренные, богатые азотом и фосфором почвы, расположены вблизи населенных пунктов. Общей особенностью почв является слабое развитие подзолообразовательного процесса. Что объясняется как климатическими особенностями (прохладный климат, мерзлотные явления в почвах), так и карбонатностью почвообразовательных пород (траппы, карбонатные ордовикские и юрские глины и суглинки, известковые конгломераты).

Районы, затопления водохранилища находятся в зоне южной и средней тайги с преобладанием сосновых и лиственнично-сосновых лесов. Лиственные породы (осина, береза) представлены небольшими массивами.

Сосновые леса в большинстве относятся к спелым и перестойным насаждениям занимая около 70 % лесопокрытой площади.

Преобладают древостои III бонитета, в меньшей степени IV бонитета.

Из подлеска наиболее распространены шиповник, ольха, ива, рябина. Покров в лесах разнообразный: в Кежемском районе преобладают сосновые леса с брусничным покровом, реже вейниково-разнотравным.

*Наиболее богато травянистая растительность представлена в поймах Ангары и ее притоков, где на сенокосных угодьях преобладают злаково-разнотравные и осоково-разнотравные. Долины небольших речек обычно заболочены, на них преобладают темнохвойные насаждения с густым подлеском из ивы, смородины, черемухи с покровом из багульника, голубики, осок, вейника, мхов.*

Общая площадь древесно-кустарниковой растительности в зоне затопления Богучанской ГЭС с отметкой НПУ 208,0 м в Кежемском районе Красноярского края по данным инвентаризации 01.01.2008 года составила 138051 га. [14]

Распределение общей площади древесно-кустарниковой растительности по категориям земель в зоне затопления Богучанской ГЭС приводится в табл. 1.

Таблица 1

**Распределение общей площади древесно-кустарниковой растительности по категориям земель[14]**

Категория земель	Площадь	
	га	%
Общая площадь земель	138051	100,0
Лесные земли, всего	115854	83,9
Покрытые лесной растительностью, всего	108461	78,6
в том числе:		
Лесные культуры	-	-
Не покрытые лесной растительностью	7393	5,4
Несомкнувшиеся лесные культуры	-	-
Лесные питомники, плантации	-	-
Естественные редины	-	-
Гари	772	0,6
Погибшие древостои	-	-
Вырубки	56	0,04
Прогалины, пустыри	6565	4,8
Нелесные земли, всего	22197	16,1
в том числе:		
Пашни	536	0,4
Сенокосы	8731	6,3
Пастбища	3909	2,8
Воды	1666	1,2
Дороги, просеки	631	0,5

Усадьбы (населенные пункты)	1099	0,8
Болота	4863	3,5
Пески	229	0,2
Прочие земли	533	0,4

Имеют распространение также травянистые закустаренные болота. В табл. 2 представлено распределение запасов насаждений по составляющим породам в ложе водохранилища Богучанской ГЭС по Кежемскому району Красноярского края. [14]

Таблица 2

**Распределение запасов насаждений по составляющим породам [14]**

Показатель	Хвойные породы					Лиственные породы			Итого
	С	Л	Е	П	всего	Б	Ос	всего	
Площадь, $\frac{га}{\%}$	$\frac{7563}{24,2}$	$\frac{12724}{40,2}$	$\frac{4834}{15,3}$	$\frac{62}{0,2}$	$\frac{25273}{79,9}$	$\frac{5357}{17,0}$	$\frac{984}{3,1}$	$\frac{6341,0}{20,1}$	$\frac{31614}{100,0}$
Запас, $\frac{тыс. м^3}{\%}$	$\frac{1199,0}{27,6}$	$\frac{1776,1}{40,9}$	$\frac{661,4}{15,2}$	$\frac{10,8}{0,2}$	$\frac{3647,3}{83,9}$	$\frac{571,6}{13,1}$	$\frac{132,1}{3,0}$	$\frac{703,7}{16,1}$	$\frac{4351,0}{100,0}$

Основные таксационные показатели древесно-кустарниковой растительности в зоне затопления Богучанской ГЭС на территории Кежемского района Красноярского края представлены в табл. 3.

Таблица 3

**Таксационные показатели древесно-кустарниковой растительности в зоне затопления Богучанской ГЭС [14]**



Показатели	Единица измерения	Значение показателя
Общий запас древесно-кустарниковой растительности	тыс. м <sup>3</sup>	8191,4
Запас товарных насаждений	тыс. м <sup>3</sup>	4351,0
Запас товарных насаждений попадающих под лесочистку на спецучастках 1 и 2-го этапов	тыс. м <sup>3</sup>	545,7
Запас товарных насаждений подлежащих лесосводке	тыс. м <sup>3</sup>	3805,3
Средний запас на площади товарных насаждений	м <sup>3</sup> /га	137,6
Средний объем хлыста	м <sup>3</sup>	0,3 - 0,39

Объем товарной древесины, подлежащий лесосводке, составит 4351,0 тыс. м<sup>3</sup>.

Средний запас товарных насаждений составляет 156,2 м<sup>3</sup>/га.

Сводная характеристика лесосырьевых ресурсов в зоне затопления водохранилища Богучанской ГЭС

В табл. 4 представлены основные исходные таксационные материалы зоны затопления водохранилища Богучанской ГЭС, необходимые для разработки прогноза поступления древесины на акваторию водохранилища и оценки степени влияния затопленной древесины на качество воды в водохранилище.

Таблица 4

**Основные таксационные показатели зоны затопления водохранилища Богучанской ГЭС[14]**

Показатели	Лесосводка		
	Красноярский край	Иркутская область	всего
Площадь, покрытая древесной и кустарниковой растительностью, га	108461	14052	122513
Площадь с товарными запасами по данным инвентаризации, га	31614	5969	37583
Общий запас древесной и кустарниковой растительности, тыс. м <sup>3</sup>	8191,4	1367,8	9559,2
Запас товарных насаждений по данным инвентаризации, тыс. м <sup>3</sup>	4351,0	932,8	5283,8
Средний запас, м <sup>3</sup> /га:			
площади товарных насаждений	137,6	156,2	140,6
общей площади	75,5	97,8	78,0
Запас сухостоя, тыс. м <sup>3</sup>	306,95	87,5	394,45
Захламленность, тыс. м <sup>3</sup>	881,0	133,4	1015,4

В табл. 5 [23] представлены сравнительные таксационные показатели зоны затопления водохранилища Богучанской ГЭС.

Таблица 5

**Сравнительные таксационные показатели зоны затопления  
водохранилища Богучанской ГЭС[14]**

Показатель	Красноярский край	Иркутская область	Всего
1	2	3	4
Площадь, покрытая древесиной и кустарниковой растительностью, тыс. га	112,0	15,5	126,5
	106,9	18,0	124,9
	108,5	14,1	122,6
Площадь с товарными запасами, по данным инвентаризации, тыс. га	78,6	10,1	88,7
	47,7	8,7	56,4
	31,6	6,0	37,6
Общий запас древесно-кустарниковой растительности, млн. м <sup>3</sup>	11,70	1,80	13,50
	7,79	1,30	9,10
	8,19	1,37	9,56
Запас товарных насаждений, по данным инвентаризации, млн. м <sup>3</sup>	11,10	1,70	12,80
	6,67	1,18	7,85
	4,35	0,93	5,28
Средний запас на площади товарных насаждений, м <sup>3</sup> /га	132,0	160,0	134,0
	139,9	136,6	139,3

	137,6	156,2	140,6
--	-------	-------	-------

Воздействие гидроэнергетического объекта на животный мир выражается в потере мест обитания за счет затопления и переработки берегов, изменении растительности в зоне подтопления, влиянии фактора беспокойства (строители, карьеры, автодороги и т.п.). Компенсационные средства, заложенные в смете водохранилища, в установленном порядке перечисляются соответствующим организациям, которые их реализуют на мероприятия по окультуриванию земель, улучшению их плодородия, на улучшение условий произрастания растений и на другие биотехнические мероприятия. Особенности лесов Приангарья (многопородный состав, большое количество производимых типов леса, пестрота и мозаичность нижних ярусов лесных фитоценозов) обусловлены континентальностью климата и частыми низовыми пожарами разной интенсивности. По ботанико – географическому районированию этот район относится к Среднесибирской макрорегии и выделяется в самостоятельную Ангарскую провинцию. В результате этого именно здесь происходит смена типов зональности растительного покрова с образованием особого переходного среднесибирского типа, отличающегося редуцированностью собственно таежных черт и отсутствием самых типичных представителей природного комплекса. *Согласно районированию Средней Сибири территория района строительства Богучанской гидроэлектростанции расположена в Ангарской провинции сосновых лесов.* Подтип поясности: пояс светлохвойных лесов (на юге с фрагментами степи и лесостепи), пояс горно – таежных темнохвойных лесов. Основные древесные породы – сосна обыкновенная и лиственница сибирская. Древостоями с преобладанием сосны занято 42% площади, с преобладанием лиственницы 24%. Другие хвойные породы распространены незначительно. Сравнительно широко распространена береза 16% площади. Местами встречаются осиновые древостои 3% площади. [9]

Фауна млекопитающих территории, затопляемой водохранилищем Богучанской гидроэлектростанции, представлена 34 видами животных.

Объектами промысловой охоты является 21 вид, из которых основную часть составляют: белка, ондатра, заяц, соболь, горноста́й, лось.

Разнообразие птиц представлено 145 видами. Из промысловых видов птиц выделяются глухарь, тетерев, рябчик. К редким и малочисленным видам отнесены ночница Иконникова (разновидность летучих – мышей), сапсан и осоед (птицы).[9] К редким и исчезающим видам растений, занесенным в Красную книгу и произрастающим в районе расположения водохранилища относятся: башмачок крупноцветковый, лобария легочная и ветреница вильчатая. *Ландшафтные особенности бассейна Ангары таковы, что наиболее продуктивные, наиболее богатые видами растительные и животные сообщества – это пойменные комплексы, сосредоточенные в прирусловых участках речных долин.* Так, луговое сообщество поймы у с. Проспихино насчитывает более 90 видов цветковых растений, причем многие виды характерны для гораздо более южных районов, например для Канской лесостепи. Вот почему ангарские сенокосы представляют собой цветущий ковер и в мае, и в сентябре. А громадные плантации черники, брусники, красной и черной смородины. Летом 2011 года проводилась оценка природного слоя гумуса около с. Паново, Болтурино и Кежмы. Так в некоторых местах он достигает 1,5 м. Удивительное, уникальное создание природы! [10]

## Глава II. Влияние ГЭС на природные комплексы

### 2.1 Влияние строительства гидроэлектростанции природные комплексы

#### Приангарья



С началом заполнения водохранилища река ушла от своих берегов более чем на два метра, при этом обнажив свои берега. По прогнозам специалистов затопление будет происходить в течение десяти лет, это достаточно длительный период который не известно как окажет влияние на режим реки, но уже сегодня видно не вооруженным глазом, какие изменения произойдут в этом районе (рис.8).



Рис.8. Понижение уровня воды в р. Ангаре в результате перекрытия ее плотиной ГЭС

Появляются все новые и новые островные территории, на когда то могучей и красивой сибирской реке. Появление островов в нижнем бьефе связано с затоплением земель в верхнем течении (рис. 9).



Рис.9. Появление островов в русле р. Ангара

Будет затопление от г. Усть - Илима до г. Кодинска, также в зону затопления попадает много пахотной земли, островов, покосов, деревень. Самые большие острова: Овечик, Ватанина, Зелендинский, Жвакинский, Чайный, Отико, Таловик, Дубина, Первушкин, Половинный, Ир, Бурмак, Оня, Привалихинский, Петухов, Онисячий, Мешок, Душинский, Иголинда, Бурнаул, Букошин, Соколовский, Сергушкин, Усольцевский, Ситной, Селенгинский, Курейный, Коровий, Босковский, Тунгусский, Тургенев (самый большой в Кежемском районе, 20 километров в длину и 6 километров в ширину. На нем три деревни; Заимка, Гусева, Алешкино) и другие. Очень много островов с одинаковыми названиями; Березовый, Березовик, Еловый, Еловик. Почти 150 островов, из них около 50 % - это острова достаточно большие по площади на которых расположены хорошие сенокосы, остальные острова средние и мелкие представляют собой ягодные и грибные угодья. А также множество речек, ручьев и все населенные пункты, насчитывается более 50: Проспихино, Пашенная, Рожкова, Дворец, Балтурино, Косой Бык, Алешкино, Таежный, Карыба, Недокура, Гусева, Заимка, Кежда – районный центр, Мозговая,



Аксенова, Паново, Селенгино, Усольцево, Фролово, Ката, Едарма – все это останется на дне моря [11].

С появлением незамерзающей полыньи изменятся и климатические условия района Богучанского водохранилища и гидроузла. Произойдет некоторое смягчение климата прежде всего, станет обладать более выраженной континентальностью. Морозное выветривание глинистых коренных пород, обнажающихся в абразионных уступах, на ангарских водохранилищах играет значительную роль в усилении обвально-осыпных явлений при переработке берегов (рис. 10).



Рис.10. Зарождение новых островов на р. Ангаре

Амплитуда колебаний температур воздуха в многолетнем разрезе достигает  $93^{\circ}\text{C}$ . Самые холодные месяцы декабрь – февраль. Абсолютный минимум достигал  $-56^{\circ}\text{C}$ , а абсолютный максимум  $+37^{\circ}\text{C}$ . Период с отрицательными температурами составляет 195-200 дней в году. Количество дней с туманами в долине р. Ангары и устья ее притоков достигает 60 - 85 в год. Характерной особенностью климата Приангарья являются часто

наблюдающиеся температурные инверсии воздуха, особенно в холодное время года, играющие важную роль в формировании застойных атмосферных явлений. Максимальная мощность в летний период достигает 2 км, а в зимний – 3 км и более. Важным обстоятельством формирующим климатический портрет территории, является влияние вышерасположенного Усть-Илимского водохранилища на процесс образования устойчивых морозных туманов в его нижнем бьефе при отметке 208 м. – это верховья Богучанского водохранилища [10].

Чаша водохранилища будет расположена в области островного распространения многомерзлотных пород и их глубокого промерзания. Многочисленные болота сложенные иногда мерзлыми торфяниками, распространены по бассейнам большинства притоков. *Общая площадь затопленных болот составит примерно 96 км<sup>2</sup>. Запасы торфов в поймах и низинных террасах рек Кова, Кода, Верхняя Кежма, Большая Пелянда, Ката и Парта почти 87 млн.м<sup>3</sup>.* После создания водохранилища отдельные дрейфующие острова торфа могут скапливаться в низовьях Кежемского, Тургеневского и Проспихинского расширений, что может отрицательно влиять на работу ГЭС и судоходство, в следствии чего современные экзогенные процессы на территории строительства гидроузла и водохранилища имеют преимущественно природно – техногенный характер. Широкое развитие карбонатных и гипсоносных формаций создает условия для развития процессов карстообразования. Строительство гидроузла сопровождается целой серией горных разработок (карьеры строительных материалов) в зоне верхнего и нижнего бьефа. Также строительство плотины активизировало оползневые процессы на правом берегу в месте сочленения каменно – набросной плотины и коренного берега (рис. 11). Здесь падение горных пород направлено под русло реки и обуславливает широкое развитие оползневых деформаций склонов. [11]



Рис.11. Каменно – набросная плотина Богучанской ГЭС [20]

Особенностью Богучанской гидроэлектростанции наложивший отпечаток на все воздействия и на окружающие ландшафты является беспрецедентно длительное ее строительство. На месте участков ложа водохранилища, где была произведена лесочистка и лесосводка к настоящему времени уже сформировались молодые хвойные, лиственные и хвойно – лиственные насаждения. В зависимости от давности лесосводки их высота в настоящее время составляет от 3 - 5 до 10 - 12 м, запас древесины от 20 – 30, а в отдельных нетронутых трудно доступных местах 100 – 120 м<sup>3</sup> /га. Эти молодые насаждения находятся в фазе интенсивного роста, их высота ежегодно увеличивается на величину до 1 м. Практически ко времени затопления ложа будущего водохранилища его залесенность будет близка к исходной, но с существенно меньшим и малоценным запасом древесины. Ныне производимыми рубками охвачена малая площадь, недостаточная для удовлетворительной подготовки ложа водохранилища. Выбирается по прежнему только товарная древесина. По экспертным оценкам общий запас древесно – кустарниковой растительности в ложе будущего водохранилища в настоящее время не менее 10 млн.м<sup>3</sup> . За двадцать лет сукцессионные процессы на бывших вырубках в значительной степени восстановили облик таежных ландшафтов. [3]



Краевой Комитет по охране природы дает оценку собственной экспертизе по строительству ГЭС, в которой есть пункт о том, что «после строительства ГЭС Ангара перестанет существовать как уникальное явление природы». Не смотря на то, что район находится в зоне такой мощной водной артерии как Ангара и ее притоки, постепенно назревает вопрос о чистой питьевой воде. *Некоторые поселки уже сейчас ощущают дефицит воды. Все эти факторы: возрастание антропогенной нагрузки на природу, исчезновение многих видов животного и растительного мира, рост заболеваний, начинающийся дефицит воды – наводят на мысль, что район находится уже в предкритическом экологическом состоянии.* [16]

В районе строительства гидроузла отсутствуют крупные промышленные источники загрязнения воздуха, за исключением очень ограниченного дорожного движения и некоторого образования пыли от деятельности по заготовке леса. Ориентировочные значения фоновых концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе г. Кодаинск представлены в табл. 6. [19]

Таблица 6

**Ориентировочные значения фоновых концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе г. Кодаинск [19]**

Загрязняющее вещество	Концентрация	ПДК
	мг\м <sup>3</sup>	мг\м <sup>3</sup>
Взвешенные вещества	0,220	2,0
Оксид углерода	2,5	5,0
Диоксид азота	0,074	0,2

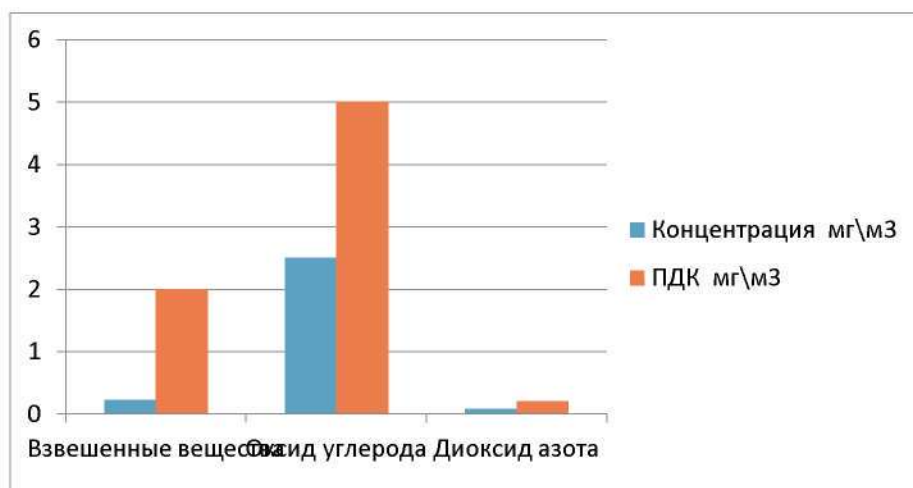


Рис. 11. Столбиковая диаграмма

Многолетние лесозаготовки как в ложе будущего водохранилища, так и в местах прокладки инженерно – транспортных коммуникаций, развитие селетбы, привело к снижению лесистости территории и вслед за этим существенной деградации почвогрунтов (плоскостной смыв твердого материала, снижение инфильтрационных свойств, усиление водной и механической эрозии, оврагообразование) (рис. 12).



Рис. 12. Берега ложа будущего водохранилища Богучанской ГЭС [21] Создание водохранилища, подтопление и переувлажнение бортов чаши водоема, дальнейшее развитие инфраструктуры и урбанизация территории освоение приведет к активизации разнообразных экзогенных процессов. [9]

## 2.2 Изменение природных комплексов в процессе эксплуатации

С целью минимизации всех эколого-экономических потерь рекомендовано взять за основу пониженную отметку подпорного уровня водохранилища -- 183 метра. Это позволяет существенно уменьшить остроту экологических и социальных проблем. Окончательную точку в споре поставила администрация Красноярского края, разрешив строителям и проектировщикам пуск агрегатов на отметке водохранилища 185 метров. Учитывая то, что строительство Богучанской ГЭС все еще не имеет акта государственной экологической экспертизы, Богучангэсстрой в 2002 году вновь возвратился к доработке экологических документов. В результате выявлены следующие негативные последствия строительства Богучанской ГЭС и его водохранилища. Из зоны затопления выселена лишь половина из 12 тысяч человек, подлежащих переселению. Компенсация материальных и моральных потерь производится все еще по устаревшим нормативам. При заполнении водохранилища будет затоплено 18,4 тысячи га пашни и угодий, остальные будут расчленены заливами и станут малопригодными для землепользования (рис.13). [12]



Рис. 13. Погибшие деревья в зоне затопления Богучанской ГЭС [23]

Намеченные к новому освоению земли уступают старопахатным по качеству. Для жителей региона появится и новая проблема - подтопления пологих берегов водохранилища. Возникнет зона обрушения берегов, которая с годами будет увеличиваться. Из-за трудностей с лесоочисткой ложа под воду уйдут значительные объемы древесины (около 2 млн. м<sup>3</sup>), а также отходы рубки и тонкомерный лес. Сложные экологические проблемы возникнут в связи с затоплением болот и последующим всплытием торфов - до 4,5 млн. м<sup>3</sup>. Возникнут проблемы негативного порядка с животным миром наземных экосистем, часть из которых не сможет выжить и адаптироваться. Произойдут некоторые изменения в климатическом режиме зоны водохранилища, наиболее резко они проявятся в нижнем бьефе, где зимой будет образовываться полынья длиной до 40 км, а летом наоборот будут пониженные температуры. Зимой появится опасность возникновения зажорно-заторных наводнений в нижнем течении Ангары и Енисея из-за проблем с регулированием суточных и недельных пропусков воды в нижний бьеф. Ошибки регулирования пропусков воды Богучанской ГЭС могут привести к новым дополнительным зимним наводнениям на Среднем Енисее. [23]

Особое значение при строительстве ГЭС имеет водно-экологический фактор. Новое водохранилище создается на реке с высоким уровнем загрязнения, где существуют участки воды грязной и очень грязной, особенно ниже Усть-Илимской ГЭС. Общее состояние экосистемы реки на отдельных участках оценивается от антропогенного экологически напряженного до антропогенного метаболического регресса. В период заполнения водохранилища в течение 2-3 лет качество воды заметно ухудшится по всем показателям. В дальнейшем снизятся потоки веществ, связанные с переработкой берегов и диффузией затопленных почв и растительности, и установится стационарный гидрохимический режим. Богучанская ГЭС окажет негативное воздействие и на ихтиофауну. Ангара давно уже прекратила воспроизводство осетровых и лососевых видов рыб, которыми она была ранее знаменита. Строящееся водохранилище не восстановит и не изменит этой ситуации. Дополнительный ущерб рыбному хозяйству будет нанесен за счет ухудшения среды обитания



полновозрастных рыб и сокращения пригодных нерестилищ для молодняка. Если судить по состоянию водохранилищ всех гидроэлектростанций Ангаро - Енисейского региона, будущее печально. Особенность гидроэлектростанций, построенных на Ангаре и Енисее, в том, что их водохранилища образовались на месте крупных лесных массивов. В результате неизбежно будет на акватории водохранилища Богучанской ГЭС огромная масса плавающей и затопленной древесины как и в случае с Саяно – Шушенской ГЭС (рис.14).[18]



Рис. 14. Всплывшая древесина в ложе Саяно – Шушенского водохранилища [20]

Прогнозируется загрязнение водохранилища органическими веществами, под воду на разложение со значительной территории уйдут деревья и кустарники, трава, гумус, моховой очёс, торф, дернина, лесной опад. А сколько органики «доставят» пни! Подсчитано, что запас древесины в пнях составляет 0,07 процента всей массы дерева. Ликвидный запас ложа водохранилища ГЭС - 10,7 миллиона кубометров пнёвой массы. Только объём корневой системы сосны, оказавшейся вод водой, составляет 1,6 миллиона кубометров, в весовом выражении это 938,8 тысячи тонн. Лесной подстилки окажется 13 455 тысяч

тонн, гумуса - 2467 тысяч тонн. Проектный объём затопления древесины в ложе водохранилища Богучанской ГЭС - 2 миллиона кубометров. Абразионные берегасоставляют 766 километров (31,5 процента) от периметра береговой линии при отметке 208 метров. На отдельных участках размыв берега составит до сотни метров. К тому же река Ангара имеет малый сток. И в настоящее-то время отрицательное влияние на прибрежные территорий оказывает повышение уровня воды в верхнем бьефе и посадка уровня воды в реке в нижнем бьефе. Твёрдый сток в створе Богучанской ГЭС уменьшен в связи с вводом Усть-Илимского водохранилища, поэтому недостаток насыщения реки твёрдым стоком ниже плотины будет восполняться размывом русла в нижнем бьефе. Плюс к этому растворёнными в воде окажутся органические вещества от размыва берегов, осадков, добавят их потоки из верхнего бьефа Усть-Илимского водохранилища, находящихся выше по течению городов Братска, Иркутска. В Кежме будут скапливаться отходы предприятий и затопленный лес. Вода станет типично «мёртвой», поскольку неизбежно в рукотворном море понижение содержания кислорода, уровня кислотности, накопление ядовитых веществ. Изменение состава ихтиофауны гибель и зарожение неизбежно в таких условиях. Это доказано и на примере Красноярского водохранилища. По прогнозам, размыв левого берега водохранилища Богучанской ГЭС через десять лет составит 20 метров, через двадцать пять лет - 35 метров. Но есть места, где размыв будет ещё больше. У посёлка Недокура через десять лет берег уйдёт на 75 метров. По правому берегу прогноз утешительнее, но не намного. Тип грунта там несколько иной. Тем не менее через десятилетие село Проспихино будет вынуждено отодвинуться от берега на 30 метров, деревня Окунёвка - на 40, а устье реки Народимой - на 30. Главная проблема будущих вод Богучанского моря в огромном, даже по прогнозам (а реальность бывает ещё печальнее), скоплении древесины в реках и заливах будущего водохранилища. Два миллиона кубометров плавающей древесной массы появятся на водохранилище уже в первые годы её эксплуатации, что и произошло на водохранилище Саяно-Шушенской ГЭС, где в заливах образовалось скопление древесной массы объёмом около 1 миллиона кубометров! (рис. 11).[12]





Рис. 15. Скопление древесины в водохранилище Саяно - Шушенской ГЭС [21]

Закономерно в таких местах существенное ухудшение качественных показателей воды, в ней велико содержание аммонийного азота, фосфатов, органических веществ, фенолов. По системе загрязнённости вода в заливах оценивается как сильно загрязнённая, то есть ядовитая, непригодная для питья. Обычно затоплению предшествует очистка ложа водохранилища и на месте будущего Богучанского моря активно идёт лесозаготовка. Однако огромное количество леса неизбежно оказывается в воде. Одна из главных причин - размыв берегов, что происходит в результате колебаний воды, воздействия ледяных полей. Весной лёд вообще сдирает за собой весь прибрежный лес. Таким образом, в воде оказывается древесины 54,6% от всей плавающей древесной массы. Вторая причина - отпад частично подтопленной древесины. На это приходится 34,8%. К древесным заторам приводит и нарушение технологии лесосплавных предприятий, когда отрываются и идут в свободное плавание плоты. Это ещё 5,1%. Вынос древесины из рек даёт 1,3%. Например, сегодня в руслах рек Красноярского края затоплено 302 тысячи кубометров! А в реках соседней Иркутской области - около 150 тысяч кубометров. «Рубят» лес и ветровалы, так как на водохранилище всегда

появляются ветровые волны. За счёт этого в воде оказывается ещё 4,2 процента древесины. Следует учесть и просто срубленную, но не вывезенную древесину, как случилось при строительстве Братской ГЭС. [17]

Характеристика лесов зоны затопления водохранилища Богучанской ГЭС просто катастрофическая, поистине алмазный фонд страны уйдёт под воду! На каждом затопленном квартале от 100 до 300 кубометров леса! Причём средний состав товарных насаждений каждого квартала таков - четыре сосны, одна лиственница, одна ель, одна пихта, две берёзы, одна осина. Кстати, в уничтоженном водой лесном массиве тридцать процентов лиственницы, ценнейшего дерева планеты. А просчитывалась ли экологическая целесообразность строительства Богучанской ГЭС? И раньше-то, в советские времена, в пору государственной ответственности экологическими прогнозами построенных водохранилищ ГЭС никто не занимался. Но хотя бы проводили подготовку ложа водохранилища под затопление - вырубали лес, переносили населённые пункты в другие места, осуществляли некие работы, как, например, по безопасности скотомогильников, кладбищ и так далее. И то, если вспомнить историю затопления ложа Красноярской ГЭС, упущений и недоработок было множество. А в данной ситуации всё гораздо проблематичнее. Когда строили прежние ГЭС и водохранилища, они принадлежали государству. В настоящее время практически все гидростанции, в том числе и строящаяся Богучанская ГЭС, находятся в руках частных собственников. А водохранилища при этом являются самостоятельными государственными федеральными или государственными региональными предприятиями. И получается, что принадлежность водохранилищ тормозит инвесторов и усугубляет при этом экологические проблемы. Если сейчас о природных ландшафтах зоны затопления никто не печётся, то не стоит надеяться, что с сооружением ГЭС кто-то организуют очистку поверхности водохранилища от древесины. Подобные работы нужно планировать заранее и приступать к ним с первого года пуска гидроэлектростанции. Сегодня важно и нужно знать не только экологическое состояние водохранилища, но и прогноз - а что же будет через пять, десять, двадцать и более лет. В дополнение к вышесказанному хочется привести



заключение иностранных участников независимой экологической общественной экспертизы Богучанской ГЭС, к которой привела большая озабоченность, вызванная воздействием проекта в случае его завершения на социальную сферу и окружающую среду при имеющемся опыте наблюдения серьезных непредвиденных последствий на аналогичных крупных гидроэлектростанциях в мире. В экспертизе приняли участие: Дэвид Мартин - Тихоокеанский Центр Охраны Окружающей Среды и Ресурсов США, Дэвид Л.Вегнер - EcosystemManagementInternational США, Доктор Филип Вильямс - PhilipWilliamsandAssociates США, Альфред Ольферд - Европейская Сеть Рек Франция. Они выделили три цели данной экспертизы, состоящие в следующем:

- анализ процесса планирования, согласно которому производилось строительство Богучанской плотины.
- рассмотрение круга технических вопросов, сопряженных с конструкцией, строительством и эксплуатацией самой плотины и водохранилища и осуществимости проекта.
- проведения анализа его воздействия на окружающую среду.

Рассмотрим выводы по третьему пункту:

- Не проведен анализ влияния слоистости (стратификации) водохранилища и потенциального влияния на качество воды и устойчивость водной экосистемы, воздействия от параллельного промышленного развития на качество воды выше по течению.
- Существует вероятность возникновения бескислородных условий и концентрации органического загрязнения водохранилища и загрязнения тяжелыми металлами сверху, что чревато серьезными последствиями для нижнего течения.
- Со времени возведения насыпи в 1987 году существует значительное влияние на миграцию рыбы - плотина уже нанесла вред рыбному хозяйству Ангары. До сих пор не проведена экологическая оценка.

- 185 метровая отметка значительно повлияет на местный климат в связи с созданием условий для 50-километрового незамерзающего отрезка воды ниже плотины. При отметке 208 метров эти условия значительно увеличатся. Опираясь на задокументированные результаты работы других сибирских ГЭС, вероятно увеличение сезонных туманов с сопутствующими проблемами качества воздуха.

- Особую озабоченность вызывает вероятность увеличения эрозирования бассейна реки и осадкового бремени как на водохранилище так и на реку, которые сократят продолжительность срока жизни водохранилища и повлияют на важные для отложения икры и роста мальков рыбы места, находящиеся ниже плотины.

- В зоне проекта добывается 22 вида рыбы и для метания икры и выращивания молоди в ареалах им необходимо свободное течение Ангары и ее притоков. Плотина в огромной степени повлияет на самовоспроизводство.

- На рыбные ареалы будут оказывать прямое отрицательное воздействие емкость водохранилища и брос воды с комплекса Богучанской ГЭС.

- Отрицательное воздействие ГЭС на рыбное хозяйство будет распространяться на сотни километров вниз по течению. Любая конкретная территория обладает предельными уровнями техногенных нагрузок, превышение которых ведет к нарушению экологического равновесия и ухудшению качества среды обитания человека. Соблюдение исходного баланса экологического потенциала окружающей среды и хозяйственной нагрузки на нее определяет их длительное и гармоничное сосуществование. Хозяйственная необходимость достройки Богучанской ГЭС вполне очевидна, хотя гидростанции такого масштаба не могут быть безущербными. Важно, чтобы эти ущербы были вовремя выявлены и своевременно компенсированы, чтобы прибыль одних не создавалась за счет ущерба другим.[5]

## 2.3 Охрана поверхностных вод водохранилища

Возможными источниками загрязнения поверхностных вод являются:

- неочищенные или недостаточно очищенные производственные и бытовые сточные воды;
- поверхностный сток с селитебных территорий и промплощадок;
- загрязненные дренажные воды;
- фильтрационные утечки вредных веществ из емкостей, трубопроводов и других сооружений;
- аварийные сбросы и проливы сточных вод на сооружениях промышленных объектах;
- осадки, выпадающие на поверхность водных объектов и содержащие пыль и загрязняющие вещества от промышленных выбросов;
- места хранения продукции и отходов производства;
- транспортные магистрали;
- свалки коммунальных и бытовых отходов.

Для охраны и рационального использования водных ресурсов, а также предотвращения загрязнения поверхностных вод района размещения проектируемого объекта при разработке подраздела должен определяться режим его водопотребления и водоотведения.

Основные технические решения по охране и рациональному использованию водных ресурсов, принимаемые в проектах, очередность их осуществления должны обосновываться сравнением технико-экономических показателей возможных вариантов применяемых технологических решений. При этом

необходимо учитывать всю совокупность показателей, характеризующих как уровень рационального использования и охраны водных ресурсов от загрязнения и истощения, так и технический уровень водозаборных и очистных сооружений проектируемого объекта.

Водопотребление и водоотведение проектируемого промышленного объекта является одним из основных факторов его воздействия на окружающую среду.

Для экономного и рационального использования водных ресурсов необходимо на промышленных объектах принимать технологические процессы основного производства, при которых обеспечивается минимальное потребление воды, и применяются технологические решения, позволяющие использовать схемы оборотного и повторно-последовательного водоснабжения.

При разработке подраздела для решения вопроса рациональности использования водных ресурсов следует привести краткие сведения о технологии проектируемых производств, режиме водопотребления, количестве потребляемой воды, ее качественных показателях и используемых водных источниках.

Отдельным пунктом указывается количество воды питьевого качества, используемой для обеспечения производственных нужд.

Таблица 7

**Общая характеристика состава воды Богучанской ГЭС**

№ П/П	ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ВОДЫ	ЕДИНИЦА ИЗМЕРЕНИЯ	КОЛИЧЕСТВО	ПРИМЕЧАНИЕ
1.	Температура воды	°С	2	
2.	Запах	балл	23	
3.	Цветность	град.	темная	
4.	Жесткость общая	мг-экв /л	12	
5.	Жесткость карбонатная	мг-экв /л	47	
6.	Щелочность общая	мг-экв /л	0,5	
7.	Общее солесодержание	мг/л	0,9	
8.	Взвешенные вещества	мг/л	14	
9.	Нефтепродукты	мг/л	2,67	

10.	Поверхностно-активные вещества	мг/л	0,5	
11.	Хлориды, Cl	мг/л	-	
12.	Сульфаты, SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ,	мг/л	5,7	
13.	Железо, Fe <sup>3+</sup>	мг/л	4,9	
14.	Сероводород	мг/л	21,5	
15.	Растворенный кислород	мг O <sub>2</sub> /л	0,24	
16.	Биогенные элементы		-	
	Азот	мг/л	2,03	
	Фосфор	мг/л	0,49	
17.	Биохимическое потребление кислорода (БПК)	мг O <sub>2</sub> /л	-	
18.	Химическое потребление кислорода (ХПК)	мг O/л	-	
19.	Остаточный хлор и т.д.	мг/л	-	

При отборе воды из поверхностных водных источников или сбросе в них сточных вод в составе подраздела следует привести наименование принятого источника водоснабжения и приемника сточных вод, указать категорию водопользования (хозяйственно-питьевая, техническое водоснабжение, культурно-бытовая), дать характеристику водного объекта по совокупности его количественных и качественных показателей применительно к видам водопользования.

Характеристика водного объекта, используемого для хозяйственно-питьевого водоснабжения, приводится в соответствии с требованиями ГОСТ 17.1.3.03-77, ГОСТ 2874-82; используемого для культурно-бытовых целей в соответствии с ГОСТ 17.1.5.02-80; используемого для рыбохозяйственных целей - в соответствии с ГОСТ 17.1.2.04-77.

Гидрологические характеристики поверхностных водных источников должны отражать:

- расходы расчетной обеспеченности рек, используемых для водоснабжения и водоотведения;
- тип регулирования, полный и полезный объем, отметку НПУ и УМО, для водохранилищ, прудов и озер;

- среднемноголетний расход в створах плотин для водохранилищ и прудов;

- условия ледостава водных объектов (время ледостава и освобождения от льда, мощность льда к концу зимнего периода).

Таблица

### Общая характеристика водотоков

Река	Расстояние от устья (км)	Площадь водосбора (км <sup>2</sup> )	Средняя ширина (м)	Средняя глубина (м)	Скорость течения (м/с)	Среднемноголетний расход воды (м <sup>3</sup> )		Минимальный среднемесячный расход воды в год расчетной обеспеченности (м <sup>3</sup> /с)			Категория реки	Примечание
						половодья	межени	в летний период		в зимний период		
								75%	95%			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Ангара	735	83100	14000	25	1-2,5	3416	2546	51	54	48	равнинная	

Таблица 8

### Общая характеристика водохранилищ

Наименование водохранилища (пруда)	Расстояние от устья реки (км), координаты водного объекта на картосхеме	Отметки		Площадь зеркала при НПУ (км <sup>2</sup> )	Объем водохранилища (млн.м <sup>3</sup> )		Тип регулирования	Дополнительное испарение в среднем по водности год (млн.м <sup>3</sup> /год)	Среднемноголетний сток в створе плотины водохранилища (млн.м <sup>3</sup> /год)	Водопользователи	Примечание
		НПУ (м)	УО (м)		полный	полезный					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Богучанское	735	45,7,0	45,6,0	2326	831000	2326	водосборос	14,07	3416	Жители населенных пунктов, лесообработ	

											ывающие предприятия	
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------------------------	--

Гидрохимические характеристики водных источников должны отражать:

- химический состав вод поверхностных водных объектов и их пригодность для нужд водоснабжения;
- уровень загрязнения поверхностных вод;
- перечень основных загрязняющих веществ в водах рек и водоемов, класс опасности загрязняющих веществ и их концентрацию в зависимости от времени года;

В теплое время года в поверхностных водных объектах происходит интенсивное развитие фито- и зоопланктона и меняется бактериологический состав воды, что приводит к существенным ограничениям или повышенным требованиям к качеству при использовании вод для нужд жилищно-бытового и производственного водоснабжения.

Для оценки гидробиологического режима поверхностных водных объектов определяют:

- наличие и содержание фитопланктона и зоопланктона в воде в зависимости от времени года;
- бактериологический состав вод, его режим, степень опасности для населения и животных;
- виды высшей водной растительности, характер распространения в водных объектах, ее влияние на качество поверхностных вод;
- состав ихтиофауны, наличие промысловых и проходных видов рыб, условия нереста и зимовки ценных пород рыб;
- наличие, характер и причины гидробиологического загрязнения поверхностных водных объектов.

В тех случаях, когда проектируется объект, в составе которого имеются производства с большим объемом водопотребления (водоотведения), существенно влияющим на параметры использования водных ресурсов района расположения предприятия, при составлении подраздела должна быть приведена оценка режима водопользования территории.

Таблица 9

**Характеристики уровней биологического загрязнения водных объектов**

Участок реки, водоема створ	Дата, год	Расход воды в реке, (м/с)	Уровень воды, м	Температура воды, °С	Содержание фито- и зоопланктона, (мг/л)		Бактериологический режим вод (виды бактерий, кол-во на 1 л)		Распространение высшей водной растительности	
					Зима	Лето	Зима	Лето	Виды	Занимаемая площадь (га)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
р.Ангар а	25.08.2015 04.02	18	-	+14	2	58.7	254	456	Тина, зеленые водоросли	-

Для оценки режима водопользования должны быть определены:

- перечень и местонахождение основных водных объектов, расположенных на рассматриваемой территории;
- перечень основных водопользователей, объемы их водопотребления и водоотведения с привязкой к времени года;
- используемые водопользователями водные объекты (источники);
- тип водопользования (забор воды, сброс сточных вод, сплав леса, судоходство и т.п.);
- сроки действия выданных разрешений на спецводопользование;
- водный баланс водных объектов;



- уровень существующего загрязнения поверхностных водных объектов сточными водами в контрольных створах;
- количество, состав и характеристики сточных вод, сбрасываемых в водные объекты, степень их очистки, места сброса сточных вод;
- температурное загрязнение водных объектов, его причины и характеристики;
- расположение и технические характеристики накопителей промстоков, хвостохранилищ и других сооружений, интенсивно воздействующих на состояние водной среды;
- размеры водоохранных зон рек и водоемов в районе строительства;
- требования и ограничения к размещению и строительству промышленных и гражданских объектов в водоохранных зонах;
- требования органов по охране рыбных запасов к водопользователям водных объектов, имеющих рыбохозяйственное значение.

Оценку загрязнения рек и водоемов сточными водами проектируемого объекта проводят на основе расчета смешения и разбавления сточных вод водой водного объекта.

Наиболее неблагоприятными условиями для качества вод рек и водоемов является маловодный меженный период, при котором резко снижаются расходы, скорости движения и уровни вод в водных объектах и ухудшаются условия разбавления сточных вод. Поэтому расчеты смешения и разбавления следует выполнять по гидрологическим и гидравлическим характеристикам рек и водоемов меженного периода.

Многие промышленные объекты при строительстве и эксплуатации оказывают негативное воздействие на состояние рыбных запасов рек и водоемов, из которых осуществляется их водоснабжение или в которые сбрасываются их сточные воды.

Для предупреждения негативного воздействия проектируемого объекта на состояние рыбных запасов необходимо определить:

- факторы воздействия объекта на условия формирования рыбных запасов в используемом водоеме или водотоке с учетом их состояния на период проектирования;

- границы акватории, попадающей в зону влияния объекта;

- характер и степень воздействия каждого фактора на рыбные запасы;

- состав и объем необходимых рыбоохранных или восстановительных мероприятий.

К мероприятиям по предупреждению ущерба и восстановлению рыбных запасов относят:

- размещение площадок строительства предприятий, зданий и сооружений с учетом расположения в водоемах и водотоках крупных нерестилищ промысловых видов рыб и наиболее продуктивных нагульных площадей, особенно молодежи;

- оборудование водозаборных сооружений предприятия на водоемах и реках, имеющих рыбохозяйственное значение, рыбозащитными устройствами и сооружениями;

- строительство рыбопропускных сооружений при плотинах на водотоках, имеющих рыбохозяйственное значение;

- обеспечение очистки сточных и ливневых вод до уровня, удовлетворяющего рыбохозяйственным требованиям;

- выбор технологии производства строительных работ на акватории водного объекта и на прилегающей территории с учетом требований органов рыбоохраны;

- установление оптимальных рыбохозяйственных попусков в нижние бьефы гидроузлов и плотин;

- восстановление нарушенных участков побережья и нерестилищ или создание искусственных нерестилищ при обваловании или изъятии нерестовых и нагульных участков акватории;

- использование при технической возможности и экономической целесообразности прудов и водоемов-охладителей для целей рыборазведения.

Для эксплуатации промышленных объектов с большим объемом водопотребления проектируют водозаборные сооружения, оказывающие существенное воздействие на естественное состояние и характеристики рек и водоемов.

Наиболее значительные изменения водозаборные сооружения оказывают на русло рек источников водоснабжения, что часто приводит к необходимости регулирования их руслового режима.

Для обеспечения необходимых глубин в водотоке выполняют:

- регулирование русла;

- дноуглубление;

- строительство плотин (регулирование уровенного режима).

Регулирование не должно нарушать интересы других водопользователей, вызывать подмыв берегов, отложение наносов у нижерасположенных водоприемников, приводить к обмелению соседних участков реки, а также способствовать образованию донных течений, направляющих воду в сторону от водозаборных сооружений.

Регулирование рек при устройстве водозаборов обычно осуществляют для условий меженного состояния потока, характеризующегося низкими горизонтами воды в реке.

### Глава III. Прогнозируемые экологические и другие последствия воздействия БоГЭС на окружающую среду

Оценивая последствия строительства Богучанской ГЭС, следует учесть негативные последствия для окружающей среды других гидрообъектов региона. На сегодня объём затопленной древесины в ложах водохранилищ Ангаро-Енисейского региона составляет 22,67 млн.<sup>3</sup> Активное обрушение лесопокрытых берегов ложа водохранилищ, нарушение технологий лесосплавных работ на водохранилищах и на впадающих в них реках, стихийные явления, которые неизбежны на таких пространствах, привели к тому, что «на воде» более 4 миллионов кубометров плавающей древесной массы. Судя по расчётам, ничего хорошего не ждёт и прибрежные деревни и посёлки. Для этого тщательнейшим образом проведены работы над прогнозированием и изучены последствия эксплуатации водохранилищ Братской, Усть-Илимской, Красноярской, Саяно-Шушенской, Курейской ГЭС. Поэтому проблемы, появившиеся с вводом этих гидроэлектростанций, неизбежно возникнут и на водохранилище Богучанской ГЭС, так как гидрологические, топографические, геологические и таксационные условия одинаковы (рис. 16).[1]



Рис. 16. Не замерзающая полынья Усть – Хонтайской ГЭС [22]

Роль водохранилищ в преобразовании природы и хозяйства особенно сильно сказывается в районах их создания. Водоохранилища порождают противоречия между отраслями водного хозяйства, предъявляющими разные требования к характеру и степени регулирования стока, к основным

характеристикам водохранилищ, подготовке их ложа, режиму эксплуатации и т.д. Можно полностью согласиться с мнением профессора А.Б. Авакяна (1987)[4], что не смотря на целый ряд позитивных решений, созданные водохранилища вызывают негативное отношение к ним. Чем это объяснить? Причин здесь несколько.

Во-первых, в процессе проектирования и строительства принималось достаточно много «волевых» решений, без учета мнения специалистов (гигантомания, сжатые сроки проектирования и строительства, месторасположение, мнимая дешевизна электроэнергии и т.д.).

Во-вторых, основное внимание уделялось гидроузлу, а на водохранилище смотрели как на нечто второстепенное.

В-третьих, совершенно игнорировались экологические проблемы, как исследователями, так и проектировщиками и строителями.

В-четвертых, не учитывались психологические и отчасти социальные, медико-биологические и экономические вопросы, связанные с созданием водохранилища.

Сложившаяся в большинстве регионов России непростая экологическая ситуация выдвинула на первый план проблемы управления и рационального использования водных ресурсов в промышленности, сельском и коммунальном хозяйстве. Эти проблемы имеют важные экологические, социальные, экономические и технологические аспекты, требующие активных современных решений. «Здоровье людей и их благосостояние, чистая здоровая пища, развитие промышленности и экосистем, от которых это все зависит, – в опасности, если контроль за использованием водных и земельных ресурсов в настоящем и следующих десятилетиях не станет более эффективным, чем в прошедшие годы», – гласит «Дублинская Декларация по воде и долгосрочному развитию» (1992 г.), ставшая одним из важнейших последних программных документов международного уровня (Эльпинер, 1997).[20] Крупнейшие гидростанции Ангаро-Енисейского региона построены в лесопокрытой зоне, имеющей запас сырорастающего леса от 150 до 250 м<sup>3</sup>/га. Реки Ангара и Енисей, с созданными на

них водохранилищами, стали не только транспортными артериями, но и источником активного воздействия на окружающую природную среду. Наука поставлена перед необходимостью бороться с последствиями загрязнения и засорения водохранилищ и рек, поскольку не были своевременно устранены причины, обусловившие эти неблагоприятные последствия. [

В экологическом отношении – для сохранения необходимого качества воды при проектировании и строительстве водохранилища – чрезвычайно важной является санитарно-техническая подготовка ложа водохранилища.

Рассмотрим комплекс мероприятий и технических решений по подготовке и эксплуатации лож водохранилищ. У строительства Богучанской гидроэлектростанции как и при всех крупных строительных объектах есть как противники так и сторонники и они считают, что ничего страшного в ее эксплуатации нет, по мнению одного из специалистов Института леса им. В. Н. Сукачева СО РАН: - «Среди «страшных» последствий ввода в эксплуатацию БоГЭС приводятся затопленные исторические и археологические памятники. Между тем за несколько лет до пуска ГЭС можно успеть собрать весь ценный материал, позаботиться о памятниках, которые сегодня особо никто не изучает и не сохраняет и которые сами по себе потихоньку разрушаются. Важно понимать, что самое ценное для страны – это люди, которые с переездом на новое, более комфортное место жительства сохраняют память и историю своей малой родины.

Богучанская ГЭС – четвертая гидростанция на Ангаре. Как и Красноярская ГЭС, Богучанская – гидростанция руслового типа. Новосибирское водохранилище разливается по равнине, волжские гидростанции затопили огромные площади. В этом отношении Богучанская ГЭС выигрывает, потому что ее водохранилище довольно узкое. Приток воды в Богучанское водохранилище будет равномернее, а колебания уровня – сглаженнее. Для экологической обстановки это лучше. Будут более стабильные условия для размножения рыбы. Что касается влияния ГЭС и водохранилища на качество ангарской воды, нужно помнить, что качество воды в большей мере определяется теми предприятиями, которые находятся на берегах рек. Качество



воды в Ангаре уже сформировалось предприятиями Иркутска, Братска, других городов. Сегодня самое главное – борьба за очистку воды на предприятиях, которые потребляют воду рек, впадающих в водохранилище. Очередной миф – водохранилище портит воду. На самом деле оно ее очищает. Это природный отстойник, у которого есть береговая растительность, есть кислород. Происходит самоочистка. Богучанское водохранилище будет очищать ту воду, которая в него приходит. Река, конечно, изменится, но водохранилище – это тоже благо. Акватория водохранилища очищает воздух. Не зря ведь между промышленными зонами и спальными районами рекомендуется устраивать большие водоемы.

Говоря об альтернативных источниках энергии, нужно помнить, что если бы мы использовали вместо гидростанции много ТЭЦ (то есть сжигали уголь), то нанесли бы большой экологический вред. Значительное преимущество ГЭС в том, что она совершенно не загрязняет воздух, а влияние на микроклимат заключается в незначительном повышении температуры. [18]

Водоохранилище Богучанской ГЭС – безопасный объект. Такой вывод был сделан учеными однозначно. Для ОАО «ГидроОГК» и ОАО «Богучанская ГЭС» вопросы экологии гидроэнергетики являются приоритетными. Решением Совета директоров ОАО «ГидроОГК» утверждена Программа реализации экологической политики на 2006 – 2008 гг. Целями Программы являются повышение уровня безопасности, рост капитализации компании за счет обеспечения надежного и экологически безопасного производства энергии, комплексный подход к использованию природных ресурсов. [21]

Часть земли и природных богатств, действительно, останется под водой. Но нужно признать, что согласно расчетам эффект от строительства ГЭС гораздо выше, чем простая добыча руд, вырубка леса и сельское хозяйство. Богатства Приангарья могут навсегда остаться в земле, если не будет надежной основы для развития производства. Безопасной основы – ведь Богучанская ГЭС отвечает требованиям «оберегающей концепции технического прогресса». Устранить

одновременно все негативные последствия возведения водохранилищ ГЭС на окружающую среду практически невозможно.

Строящаяся гидроэлектростанция на реке Ангаре, у города Кодинска Кежемского района Красноярского края. Входит в Ангарский каскад ГЭС, являясь его четвёртой, нижней ступенью. Имея проектную мощность 3000 МВт, входит в число крупнейших гидроэлектростанций России. Строительство Богучанской ГЭС, ведущееся с 1974 года, является рекордным по продолжительности в истории российской гидроэнергетики. В настоящее время строительство Богучанской ГЭС ведётся на паритетных началах компаниями «РусГидро» и «Русал» в рамках государственной программы комплексного развития Нижнего Приангарья. Пуск первых гидроагрегатов станции запланирован на 2012 год, вывод ГЭС на полную мощность — на 2013 год.

Основные сооружения Богучанской ГЭС расположены на реке Ангара в Кодинском створе, в 444 км от устья реки, в таёжно-лесной зоне. В створе плотины Ангара течёт в широтном направлении, пересекая скальный массив, сложенный осадочными породами кембрия и ордовика, разорванными интрузией долеритов. Ширина речной долины в створе на уровне водохранилища составляет 2—3 километра, берега скальные, асимметричные, близко подходят к руслу. Правый берег обрывистый, во многих местах подмывается рекой; левый берег более пологий, на нём выделяются небольшие террасы. В русле реки в месте пересечения интрузии имеются шиверы. Ниже створа долина реки расширяется, достигая 10 км. Бетонные сооружения ГЭС размещены на интрузии долеритов, каменно-набросная плотина — преимущественно на осадочных породах. Река Ангара в створе Богучанской ГЭС имеет площадь водосбора 831 000 км<sup>2</sup>. Сток реки в значительной степени зарегулирован озером Байкал и вышележащими водохранилищами — Иркутским, Братским и Усть-Илимским. Максимальный приточный расход (вероятность 0,01 % с гарантийной поправкой) составляет 16 210 м<sup>3</sup>/с. Климат в районе расположения Богучанской ГЭС резко континентальный. Лето короткое и тёплое, зима продолжительная и суровая. Среднегодовая температура воздуха колеблется в пределах от –2,6 до

-4,3°C, среднемесячная температура июля от +18,1 до +18,8°C, января — от -24,4 до -27,4°C. Абсолютный минимум температур составляет -60°C, абсолютный максимум +38°C.[22]

Богучанская ГЭС представляет собой мощную высоконапорную гидроэлектростанцию приплотинного типа. Конструктивно сооружения ГЭС разделяются на бетонную плотину, каменно-набросную плотину, здание ГЭС, служебно-производственный комплекс (СПК) и прилегающее к нему здание элегазового комплектного распределительного устройства (КРУЭ). В гидроузле отсутствуют постоянные судопропускные сооружения (имелся временный шлюз для пропуска судов и леса в период строительства, позднее забетонированный), в связи с чем речные суда через него проходить не могут.



Рис.17. Каменно-набросная плотина Богучанской ГЭС [21]

Напорный фронт Богучанской ГЭС длиной 2690 м сформирован двумя плотинами: бетонной и каменно-набросной. Бетонная плотина длиной 828,7 м и наибольшей высотой 96 м (отметка гребня 214,0 м) состоит из глухой, станционной и водосбросной частей, которые в свою очередь разрезаны конструктивными деформационными швами на секции. Глухая часть плотины общей длиной 339,2 м состоит из 18 секций: 11 секций сопрягают плотину с левым берегом, секция № 23 располагается между водосбросами № 1 и 2, в

секции № 29 размещался временный шлюз, секции № 30—34 обеспечивают сопряжение с каменно-набросной плотиной, образуя вместе с подпорными стенками верхнего и нижнего бьефа сопрягающий устой. В станционной части плотины длиной 270 м (9 секций № 11—19 длиной по 30 м каждая) размещены водоприёмники с затворами и сороудерживающими решётками, а также напорные водоводы диаметром 10 м для подачи воды к турбинам ГЭС. Водосбросная часть плотины общей длиной 200 м образует водосбросы № 1 и 2. В скальном основании бетонной плотины для уменьшения фильтрационных расходов устраивается цементационная завеса, состоящая из глубокой завесы и сопрягающей цементации. Для размещения контрольно-измерительной аппаратуры, отвода фильтрующихся вод и выполнения цементационных работ в теле плотины имеется несколько галерей. Для предотвращения обводнения левобережного склона предусмотрено сооружение дренажнотоннеля длиной 450 м, который в начальном участке является продолжением одной из галерей плотины, а далее прокладывается в горных породах параллельно берегу в сторону нижнего бьефа.

Каменно-набросная плотина имеет длину 1961,3 м, максимальную высоту 77 м (отметка гребня 212,0 м) и ширину по гребню 20 м. Общий объём грунта, необходимого для формирования каменно-набросной плотины, составляет около 30,5 млн м<sup>3</sup>. Плотина состоит из верховой и низовой упорных призм из каменной наброски, асфальтобетонной диафрагмы, двухслойных переходных к диафрагме зон, супесчаного понура и противооползневых контрбанкетов в правобережном примыкании. В качестве противофильтрационного элемента плотины используется диафрагма из литого асфальтобетона (такая диафрагма была впервые применена в отечественной практике гидротехнического строительства в суровых климатических условиях). Использование литого асфальтобетона позволило существенно улучшить технологичность возведения диафрагмы; её надёжность подтверждена опытом эксплуатации аналогичной диафрагмы высотной плотины Ирганайской ГЭС. Примыкание плотины к правому берегу, отличающемуся сложными геологическими условиями, выполнено с

применением противооползневых мероприятий (устройство контрбанкетов, расчистка и срезка склона). В основании плотины устроена галерея.

Проектом гидроузла предусмотрено устройство по плотине автодорожного перехода. В пределах бетонной плотины он прокладывается по специальным бычкам, расположенным с низовой стороны гребня, в пределах каменно-набросной плотины он проходит по её гребню.



Рис.20. Здание ГЭС со стороны нижнего бьефа [23]

Богучанская ГЭС — крупнейший объект гидроэнергетического строительства в Восточной Сибири и России в целом. Достройка гидроэлектростанции имеет большое значение для экономического развития Нижнего Приангарья и Сибирского экономического региона; строительство электростанции и сопутствующей сетевой инфраструктуры входит в первый этап государственной программы «Комплексное развитие Нижнего Приангарья». Более половины электроэнергии, вырабатываемой ГЭС, планируется использовать на строящемся Богучанском алюминиевом заводе мощностью 600 000 т первичного алюминия в год. Также электроэнергия Богучанской ГЭС будет использоваться строящимся Тайшетским алюминиевым заводом, существующими и перспективными промышленными предприятиями Нижнего



Приангарья. Электросетевые объекты, построенные в рамках проекта Богучанской ГЭС, повысят надёжность транзита электроэнергии между Иркутской областью и Красноярским краем.

Водохранилищем Богучанской ГЭС затапливается, по разным данным, 59—88 месторождений и проявлений полезных ископаемых, главным образом местных строительных материалов (песка, глины и т. п.). В зону влияния водохранилища также попадает часть запасов Жеронского месторождения каменного угля; данные о степени влияния водохранилища на него различаются — имеются как публикации о затоплении части запасов месторождения и существенном ущербе, так и утверждения о том, что воздействие водохранилища ограничится подтоплением небольшой части одного из его участков, что не нанесёт большого ущерба. Большинство затапливаемых месторождений отличаются низкими запасами и невысоким качеством; в целом минерально-сырьевой потенциал зоны затопления оценивается как незначительный и не представляющий большого интереса для региона.

В то же время электроэнергию Богучанской ГЭС планируется использовать при освоении месторождений полезных ископаемых правобережья Ангары и юга Эвенкии, таких как крупное Юрубчено-Тохомское нефтегазоконденсатное месторождение.

Богучанская ГЭС, используя для работы возобновляемый источник энергии, позволит предотвратить сжигание большого количества органического топлива (угля или природного газа) и соответственно избежать выброса в атмосферу значительных объёмов углекислого газа, окислов серы и азота, золы и других загрязняющих веществ. В частности, только при работе первой очереди ГЭС (на отметке 185 м) предотвращается ежегодный выброс в атмосферу 11,2 млн т CO<sub>2</sub> ежегодно.

При сооружении Богучанской ГЭС будет затоплено 1494 км<sup>2</sup> земель, в том числе 296 км<sup>2</sup> сельхозугодий (пашни, сенокосов и пастбищ) и 1131 км<sup>2</sup> леса. Общий запас древесно-кустарниковой растительности в зоне затопления

оценивается в 9,56 млн м<sup>3</sup> (ещё около 10 млн м<sup>3</sup> леса было вырублено в ходе подготовки ложа водохранилища в 1980-х годах); проведение полной лесоочистки на основании научного прогноза качества воды в водохранилище решением правительственной комиссии было признано нецелесообразным, лесоочистка осуществляется на спецучастках (охранная зона гидроузла, санитарная зона населённых пунктов, трасса судового хода, лесосплавной рейд). После проведённой лесоочистки при заполнении водохранилища будет затоплено 8,48 млн. м<sup>3</sup> древесно-кустарниковой растительности. Ожидается постепенное всплывание части торфа из затопливаемых торфяных болот, общая площадь которых оценивается в 96 км<sup>2</sup>, при этом всплывание торфа возможно с участков общей площадью 13 км<sup>2</sup>. Прогнозируется, что постепенное всплывание торфа будет продолжаться в течение 20 лет, что потребует проведения мероприятий по буксировке и закреплению торфяных островов.

Создание водохранилища приведёт к полной перестройке экосистем в зоне затопления. Наземные экосистемы (таёжные ландшафты), а также речная экосистема будут заменены на экосистему водохранилища, сочетающую в себе черты речной и озёрной экосистем (с преобладанием признаков последней). При этом численность реофильных (живущих в реках) видов рыб сократится, а лимнофильных (предпочитающих озёра) — возрастёт. Рыбопродуктивность водохранилища оценивается в 18 кг/га.

Вследствие низкой боковой приточности, определяющее значение на качество воды в Богучанском водохранилище будет оказывать качество воды Усть-Илимского водохранилища. В течение нескольких лет после заполнения водохранилища заметное влияние на качество воды (в части содержания растворённого кислорода, органических веществ, фосфатов) будут оказывать разложение затопленной растительности, торфа, сапропеля и других органических остатков, а также разрушение берегов (в части содержания взвешенных веществ). В целом качество воды в Богучанском водохранилище будет мало отличаться от качества воды в Ангаре до создания водохранилища.

Водоохранилище Богучанской ГЭС в летнее время будет оказывать охлаждающее воздействие на прилегающие территории, в осеннее — отепляющее. Прогнозируется, что это воздействие будет распространяться в среднем на 6—8 км от водоохранилища и не окажет существенного влияния на условия вегетации растительности. В нижнем бьефе Богучанской ГЭС вследствие сброса относительно тёплой воды из водоохранилища прогнозируется возникновение незамерзающей полыни длиной от 24 км (средние и холодные зимы) до 64 км (тёплые зимы). Воздействие полыни ожидается двояким — с одной стороны, она окажет отепляющее воздействие на прилегающие территории, с другой стороны, полынья способствует увеличению количества туманов.[4]

В зону затопления, подтопления и берегопереработки Богучанского водоохранилища попадают 29 населённых пунктов (25 в Красноярском крае и 4 в Иркутской области), население которых полностью или частично переселяется, в том числе районный центр село Кежда. Общее количество переселяемого населения в проекте оценивалось в 12 173 человека, большая часть из которых (около 8000 человек) была переселена в 1980-е — начале 1990-х годов. Переселение оставшегося населения в связи с неясными перспективами строительства ГЭС было приостановлено и вновь возобновлено в 2008 году. В 2008—2011 годах из зоны затопления на территории Красноярского края было переселено 4905 человек (1628 семей), по состоянию на февраль 2012 года на территории края подлежали переселению ещё 194 человека (68 семей), фактически не проживающих в зоне затопления, но имеющих право на переселение. В советское время население переселялось как в города и близлежащие посёлки, так и в новые посёлки, создаваемые у берегов будущего водоохранилища (Новая Кежда, Новое Болтурино и т. п.), с 2008 года — только в города (Кодинск, Абакан, Ачинск и другие). На территории Иркутской области по состоянию на февраль 2012 года осталось переселить более 1500 человек.[8]

Строительство Богучанской ГЭС критикуется рядом общественных организаций, в частности Всемирным фондом дикой природы и Гринпис.

Аргументом критики является строительство Богучанской ГЭС без прохождения предусмотренной действующим законодательством процедуры оценки воздействия на окружающую среду (ОВОС). Позиция инвесторов строительства, а также руководства Красноярского края заключается в отрицании необходимости прохождения ОВОС в связи с тем, что технический проект Богучанской ГЭС (в составе которого рассмотрены вопросы охраны окружающей среды) был утвержден государственной экспертизой еще в советское время, а нормы современного законодательства, предусматривающего проведение ОВОС, обратной силы не имеют. В 2007 году по заказу ОАО «Богучанская ГЭС» в связи с планируемым привлечением для реализации проекта зарубежного финансирования были начаты работы по разработке ОВОС, в частности открыты общественные приёмные в Иркутской области и Красноярском крае; однако в 2009 году разработка ОВОС была прекращена. В октябре 2011 года прокуратурой Кежемского района был подан иск в районный суд к ОАО «Богучанская ГЭС» с требованием о проведении процедуры ОВОС до 1 января 2012 года. По состоянию на май 2012 года, решение суда не вынесено.

Обеспокоенность вопросами сохранения историко-культурного наследия в зоне затопления водохранилища Богучанской ГЭС высказывала Общественная палата. В Иркутской области, часть территории которой попадает в зону затопления, высказываются предложения о снижении отметки водохранилища до уровня 185 м (при котором территория области не затрагивается), а также о переносе срока заполнения водохранилища. В докладах уполномоченного по правам человека в Красноярском крае приводятся примеры конфликтных ситуаций, возникавших при переселении, связанных с вопросами предоставления жилья, а также с невыплатой компенсаций предпринимателям и фермерам, чья собственность находится в зоне затопления. В частности, проблемы с получением жилья возникали у людей, фактически проживающих в населенных пунктах зоны затопления, но не имеющих по тем или иным причинам регистрации в них, а также у тех, кто фактически не проживал по месту регистрации.



Рис. 24. Схема Ангарского каскада [23]

Первые исследования гидроэнергетического потенциала Ангары были проведены ещё в 1891—1916 годах при проектировании и строительстве Транссибирской магистрали. Итоги этих работ были подведены в 1920 году в записке «Водные силы Ангары и возможность их использования», в которой обосновывалась возможность строительства на Ангаре 11 низконапорных гидроэлектростанций общей установленной мощностью около 2000 МВт. В 1930-х годах работы по изучению Ангары (в первую очередь её верхнего течения, где было намечено сооружение первоочередной Иркутской ГЭС) были продолжены. В 1936 году Госпланом СССР была одобрена «рабочая гипотеза комплексного использования Ангары», в которой в качестве нижней ступени каскада рассматривалась Богучанская ГЭС. В 1947 году на конференции по развитию производительных сил Иркутской области была представлена схема освоения Ангары каскадом из 6 ГЭС: Иркутской, Суховской, Тельминской, Братской, Усть-Илимской и Богучанской. Согласно этой схеме, Богучанская

ГЭС размещалась на 1451 км от истока Ангары, имела мощность 4000 МВт при напоре 71 м.

В 1954 году было начато строительство первой и второй ступеней Ангарского каскада — Иркутской и Братской ГЭС, в 1963 году — третьей ступени, Усть-Илимской ГЭС (от сооружения Суховской и Тельминской ГЭС было решено отказаться). Работы по непосредственному проектированию Богучанской ГЭС были начаты институтом «Гидропроект» в соответствии с Постановлением Государственной экспертной комиссии Госплана СССР № 32 от 26 декабря 1964 года. На первом этапе были выбраны створ ГЭС (при этом вместо первоначально рассматриваемого Богучанского створа был выбран Кодинский створ, но название ГЭС осталось прежним — Богучанская), отметка нормального подпорного уровня водохранилища, а также дано технико-экономическое обоснование строительства. В 1968 году этот этап был завершён, его материалы рассмотрены и утверждены Госпланом. В 1969 году был открыт титул на проектно-изыскательские работы по Богучанской ГЭС.[23]

Работы подготовительного этапа строительства Богучанской ГЭС были начаты в октябре 1974 года, когда на площадку строительства прибыл первый десант «БратскГЭСстроя», завершившего строительство Усть-Илимской ГЭС. Управление строительства Богучанской ГЭС было создано 10 мая 1976 года. В ходе подготовительного этапа велось строительство подъездной автодороги Седаново — Богучанская ГЭС, линий электропередачи, города гидростроителей Кодинска (с 1977 года), промышленной базы. В 1980 году было начато строительство основных сооружений Богучанской ГЭС — 18 июня 1980 года из котлована первой очереди был извлечён первый кубометр грунта, первый кубометр бетона в тело плотины уложили 17 апреля 1982 года, 100-тысячный кубометр бетона был уложен в 1984 году. 25 октября 1987 года на строительстве Богучанской ГЭС было произведено перекрытие Ангары, сток реки переведён на 5 временных отверстий водосбросной плотины; для пропуска судов и плотов с лесом был оборудован временный шлюз. В ходе строительства был изменён проект ГЭС — в частности, было решено увеличить её мощность до 4000 МВт с



целью повышения выработки «пиковой» электроэнергии. Работами по лесосводке и лесоочистке зоны затопления, а также по переносу населённых пунктов в 1980-е годы занималось МВД СССР силами заключённых. При этом было сведено около 10 млн м<sup>3</sup> товарного леса. По причине недостаточного финансирования срок пуска Богучанской ГЭС неоднократно переносился Минэнерго СССР: в 1987 году — на 1993 год; в 1988 году — на 1994 год; в 1989 году — на 1995 год.

После распада СССР темпы работ по строительству Богучанской ГЭС значительно снизились, а с 1994 года стройка была фактически законсервирована — выделяемых средств хватало в основном лишь на поддержание в безопасном состоянии уже построенных сооружений, резко сократился коллектив строителей, достигавший в 1980-х годах 6000 человек. В то же время необходимость завершения строительства Богучанской ГЭС не подвергалась сомнению и была неоднократно подтверждена руководством страны (в частности, Постановлением Правительства РФ № 236 от 26 марта 1994 года, Федеральной целевой программой «Топливо и энергия», утверждённой в 1996 году, и т. п.). С целью минимизации затрат рассматривался вариант строительства Богучанской ГЭС в две очереди, с вводом первой из них на отметке водохранилища 185 м, однако данный проект получил отрицательное заключение Главгосэкспертизы и не был реализован. В 1993 году на базе производственного строительно-эксплуатационного объединения «Богучангэсстрой», созданного в 1976 году, было образовано ОАО «Богучангэсстрой», в 2002 году оно сменило своё наименование на ОАО «Богучанская ГЭС».[23]

Возобновить строительство станции удалось в рамках частно-государственного партнёрства. 12 апреля 2005 года вступил в силу Указ Президента РФ № 412 «О мерах по социально-экономическому развитию Красноярского края, Таймырского (Долгано-Ненецкого) автономного округа и Эвенкийского автономного округа», предусматривающий завершение строительства Богучанской ГЭС. 9 июля 2005 года РАО «ЕЭС России» и

компания «Русал» подписали Меморандум о намерениях по достройке Богучанской ГЭС и строительству нового алюминиевого завода. 31 мая 2006 года вступило в силу соглашение между ОАО «ГидроОГК» (позднее переименованным в «РусГидро») и «Русалом» о реализации проекта «БЭМО» (Богучанское энергометаллургическое объединение), включающего в себя достройку Богучанской ГЭС и строительство Богучанского алюминиевого завода проектной мощностью 600 тыс. тонн алюминия в год. Проект реализуется партнёрами на приоритетной основе (50 % на 50 %) и по настоянию «Русала» регулируется английским правом, в связи с чем его финансирование производится через оффшорные компании. В 2006 году была утверждена государственная программа «Комплексное развитие Нижнего Приангарья», составной частью которого является строительство Богучанской ГЭС. Поскольку, согласно Водному кодексу, Богучанское водохранилище является федеральной собственностью, подготовка его зоны затопления (переселение населения, археологические работы, лесосводка и т. п.) финансируется преимущественно из федерального бюджета.

На момент разворота работ по достройке станции её готовность составляла около 58 %, в частности были смонтированы и забетонированы закладные части первых четырёх гидроагрегатов. К 17 марта 2006 года строительная площадка Богучанской ГЭС была полностью расконсервирована. В 2006 году был заключён контракт с ОАО «Силовые машины» на поставку девяти гидроагрегатов для Богучанской ГЭС, значительно активизированы работы по сооружению каменно-набросной плотины (уложено 1,5 млн м<sup>3</sup> грунта, по всей длине плотины достигнута отметка 151 м).

В 2006—2008 годах институтом «Гидропроект» были выполнены работы по корректировке технического проекта Богучанской ГЭС, необходимость которых диктовалась изменением нормативной базы и моральным устареванием некоторых решений первоначального проекта. В частности, ужесточение требований по пропуску паводковых расходов привело к необходимости проектирования водосброса № 2, который был размещён в станционной плотине

на месте гидроагрегатов № 10—12 (таким образом, мощность Богучанской ГЭС была вновь пересмотрена с 4000 до 3000 МВт). Учитывая, что значительная часть сооружений уже была возведена, проектирование водосброса № 2 потребовало применения неординарных технических решений, в первую очередь — ступенчатой водосливной грани, ранее в практике гидротехнического строительства России не применявшейся. С целью обоснования конструкции водосброса были проведены испытания её модели в гидравлической лаборатории ВНИИГ им. Б. Е. Веденеева. Также вместо устаревших открытых распределительных устройств были приняты современные распределительные устройства закрытого типа (КРУЭ), пересмотрена схема организации строительных работ. Проведены дополнительные расчёты сейсмостойкости сооружений, подтвердивших их устойчивость при землетрясении 7 баллов.



Рис. 25. Строительство Богучанской ГЭС (вид с нижнего бьефа, май 2011 года)[23]

В 2007 году бетонная плотина была возведена до отметок 181—190 м, каменно-набросная плотина — до отметки 169 м, был начат монтаж закладных частей гидроагрегатов. 22 октября 2007 года был закрыт и впоследствии забетонирован временный шлюз, проработавший 20 лет вместо предусмотренных проектом 4 лет. В 2008 году были смонтированы все напорные водоводы гидроагрегатов, поставлено рабочее колесо гидроагрегата № 1 (транспортировка осуществлялась из Санкт-Петербурга водным транспортом),

начат монтаж линии электропередачи 220 кВ Богучанская ГЭС — Раздолинск. 26 февраля 2009 года в тело плотины был уложен двухмиллионный кубометр бетона. В 2009 году были поставлены первый гидрогенератор, три рабочих колеса гидротурбин, пять секций затворов напорных водоводов, 7 силовых трансформаторов, основное крановое оборудование. В 2010 году первые несколько секций бетонной плотины достигли проектной высоты, начат монтаж первого гидроагрегата, поставлено три рабочих колеса гидротурбин (№ 5, 6 и 7); за июль 2010 года удалось уложить 32 900 м<sup>3</sup> бетона — абсолютный рекорд за всю историю строительства. В декабре 2010 года с целью финансирования проекта БЭМО Внешэкономбанком выдан кредит на 28,1 млрд руб. сроком на 16 лет. В 2011 году каменно-набросная плотина на всём протяжении была возведена до отметки 202 м (на отдельных участках — до 208 м), 24 секции бетонной плотины из 34 к концу года были достроены до проектной отметки. В ноябре 2011 года был затоплен котлован основных сооружений. В течение 2011 года был закрыт тепловой контур машинного зала над первыми шестью гидроагрегатами, а также в здании СПК, начат монтаж КРУЭ. На строительную площадку доставлены два последних рабочих колеса турбин. В сентябре — октябре 2011 года были перекрыты затворами и впоследствии забетонированы два из пяти временных донных отверстий. Перекрытие оставшихся донных отверстий и начало наполнения водохранилища до промежуточной отметки 185 м были намечены на март 2012 года, но не были осуществлены по причине неготовности разрешительной документации. 16 апреля 2012 года было перекрыто третье донное отверстие, но наполнение водохранилища не начато. Летом 2012 года планируется осуществить пуск первых трёх гидроагрегатов, затем до конца года — ещё трёх. Пуск последних трёх гидроагрегатов и заполнение водохранилища до проектной отметки запланированы на 2013 год.

#### Экологические последствия строительства и эксплуатации водохранилищ

Создание гидроузлов с водохранилищами большого объема приводит к изменению термического режима воды по сравнению с естественными условиями как в верхних, так и в нижних бьефах ГЭС, что влечет за собой

изменение теплового стока реки и составляющих теплового баланса воды с суши, а следовательно, и значений метеорологических параметров и условий туманообразования. Изменение местного климата над акваторией водохранилища и прилегающих территорий суши происходит в связи с увеличением суммарной радиации и изменением радиационного баланса водоема, а также с большей теплоемкостью водной массы по сравнению с суши. За основной фактор, определяющий интенсивность и зону влияния, принимается теплофизический контраст вода - суша.

Изменение местного климата под влиянием водохранилища наиболее заметно проявляется в колебаниях температуры и влажности воздуха, направления и скорости ветра, условий туманообразования.

В регионах расположения гидроузлов, как правило, происходит уменьшение континентальности климата, ход температуры воздуха становится более плавным.

Так, например, в осенне-зимний период в районе г. Красноярска температура воздуха повысилась на 1 - 2 °С; средняя температура воздуха декабря - января в прибрежной зоне р. Енисея составила минус 14,3 °С, а на удалении от берегов - минус 19,0 °С. Амплитуда суточного хода температур в прибрежных районах была на 3 - 4 °С меньше, чем в удаленных частях г. Красноярска.

Температура воздуха под влиянием водохранилища ГЭС, как правило, понижается весной и в первую половину лета (охлаждающее влияние), повышается во вторую половину лета и осенью (отепляющее влияние). Время наступления, продолжительность, интенсивность охлаждающего и отепляющего периодов зависят от географического положения, размеров и глубины водохранилища. Так, на севере период охлаждающего влияния водохранилища длится с начала июня до начала августа, а на водохранилищах, расположенных в лесостепной и степной зонах, продолжается до пяти месяцев (апрель - август). На южных водохранилищах, где ледостава обычно не бывает, период

охлаждающего влияния уменьшается до 3-х месяцев (апрель - июнь), в остальное время года они интенсивно нагревают воздушные массы, оказывая тепляющее влияние на прилегающие территории. Изменение суточной (внутри суток) температуры воздуха в зоне побережья шириной до одного километра от уреза воды может достигать 5-8°, средней месячной - 0,3 - 3,0 °С.

Сдвиг дат перехода средней суточной температуры воздуха через 0, 5, 10°С составляет 3-7 дней. Продолжительность безморозного периода за счет тепляющего влияния увеличивается до 10 дней.

Изменение абсолютной влажности воздуха, как и температуры воздуха, в значительной мере зависит от географического положения водохранилища. Значения абсолютной влажности на наветренном берегу могут быть на 1,4 - 5,0 мб больше, чем вне зоны влияния.

На севере, в зоне избыточного увлажнения, где из-за сильной заболоченности различия между сушей и водной поверхностью невелики, абсолютная влажность меняется меньше, чем на юге, в зоне недостаточного естественного увлажнения.

Максимальные изменения относительной влажности воздуха приходятся на весенне-летний период:

- в зоне избыточного естественного увлажнения, в районе северных водохранилищ, влажность повышается на 4 - 6%;

- в зоне недостаточного естественного увлажнения влажность увеличивается в среднем на 6 - 12%, хотя ее изменения в течение суток имеют сложный характер: ночью происходит уменьшение влажности, днем, наоборот, влажность повышается.

Количественным показателем потенциального влияния водохранилища на температуру воздуха служит разность между температурой поверхности воды и температурой воздуха на побережье, а на абсолютную влажность - разность



между насыщающей влажностью при температуре поверхности воды и влажностью на побережье.

Направление ветра изменяется в зависимости от ориентации водохранилища, извилистости береговой линии, характера ландшафта, шероховатости подстилающей поверхности суши и особенностей местной циркуляции воздуха.

Скорость ветра над акваторией водохранилища почти не меняется (15 - 20%) в охлаждающий период, в отепляющий — возрастает на 50-100%.

Осенью на наветренном берегу водохранилища наблюдается увеличение в 2-3 раза повторяемости сильных ветров (более 15 м/сек) по сравнению с исходными ветровыми условиями.

Термические контрасты между сушей и водой на крупных водохранилищах приводят к возникновению местной циркуляции - бризов, они дополняют схему воздействия водохранилища на метеорологический режим. В сторону суши бризы могут проникать на расстояние 3 км и более, захватывая по высоте зону в 100 - 300 м.

Коэффициент усиления ветра по наблюдаемым данным метеостанции Береговая, расположенной на расстоянии 400 м от уреза воды наиболее расширенного озеровидного участка Зейского водохранилища, составил 1,5 - 2,0 в осенне-зимний период; 1,4 — 1,6 весной и 1,5 - 1,9 летом. Усиление ветра весной и летом произошло из-за развития местной бризовой циркуляции, захватывающей довольно большие участки суши и водоема.

В холодное время года (главным образом, в конце осени и зимой) над полыньями нижнего бьефа и их наветренными берегами создаются условия для образования туманов испарения, а на побережье увеличивается вероятность образования гололеда и изморози. К таким условиям относятся:

- типичное для антициклональной синоптической ситуации сильное выхолаживание воздуха над сушей или льдом, а затем - перемещение этого воздуха на открытую водную поверхность;

- слабые ветры (менее 5-7 м/сек);

- наличие приземной (на высоте не более 100 - 200 м) инверсии, т.е. повышение температуры воздуха по мере увеличения высоты;

- достаточное начальное увлажнение воздуха (более 75%).

Влияние ГЭС на метеозлементы в нижнем бьефе может распространяться в зависимости от рельефа местности и ветрового режима на несколько километров вглубь побережья.

Так, влияние Саяно-Шушенской ГЭС в нижнем бьефе угасает на расстоянии 700 - 800 м, Вилюйской ГЭС - на расстоянии 2 км от уреза воды.

По длине нижнего бьефа изменение климатических параметров по сравнению с естественными условиями уменьшается по мере удаления от ГЭС.

Характер береговых склонов и их крутизна определяют размеры зоны климатического влияния. Залесенные побережья водохранилища ограничивают его влияние на местный климат вследствие активной ретрансформации поступающих с водной поверхности масс воздуха.

В зоне горных водоемов изменение местного климата будет происходить как под влиянием изменения высоты местности, так и за счет трансформации воздуха при движении его над водохранилищем.

На участках, где горные хребты подходят непосредственно к урезу воды, влияние водохранилища на местный климат практически не прослеживается.

С созданием водохранилища происходят дополнительные затраты водных ресурсов на испарение, что приводит к некоторой интенсификации

влагооборота. Диапазон значений слоя испарения с водной поверхности водохранилищ на территории России достигает 1400 мм (от 300 мм в зоне избыточного естественного увлажнения до 1700 мм в зоне недостаточного естественного увлажнения).

Прогнозная оценка изменений местного климата под влиянием гидротехнических сооружений может даваться на основе расчетов и по наблюдениям на объекте-аналоге (см. Рекомендации П 850-87/ Гидропроект).

Расчетный метод ГГО предназначается для определения средних за расчетный период и в отдельные сроки изменений температуры и абсолютной влажности воздуха над прилегающей к водоему территории и акваторией водохранилища, с учетом различной шероховатости подстилающих поверхностей.

Факторами, необходимыми для определения влияния водохранилищ на количественные характеристики метеоэлементов, являются: температура поверхности воды, площадь водного зеркала, глубина, объем, ширина водохранилища; физико-географические условия расположения; условия атмосферной циркуляции и связанные с ней погодные условия (пасмурная погода в значительной степени нивелирует контраст вода - суша), шероховатость подстилающей поверхности, режим эксплуатации водохранилища, а также степень освоения прилегающих территорий (наличие жилых массивов, промышленных объектов, сельскохозяйственных угодий).

Количественная оценка тумано- и гололедообразования в районе проектируемого гидроузла выполняется с использованием двумерной гидростатической модели пограничного слоя атмосферы, формирующегося в квазистационарных условиях над неоднородной поверхностью. Модель построена с учетом фазовых переходов влаги и влияния сглаженного рельефа на структуру пограничного слоя. Расчеты проводятся на основе численного решения системы уравнений пограничного слоя атмосферы.

Метод географических аналогий представляет собой экстраполяцию результатов анализа изменения местного климата, полученных на действующих водохранилищах-аналогах, на зону возможного влияния проектируемого водохранилища.

Выбор и обоснование водохранилища-аналога производится по следующим основным критериям: небольшое взаимное удаление; общность климатической зоны, конфигурации, растительного покрова, морфометрии, площади мелководий и подтопленных земель; однородность ландшафта водосбора.

Трудность выбора водохранилища-аналога по всем критериям подобия, отсутствие количественных оценок туманно - и гололедообразования (высота, водность и граница распространения тумана), интенсивность гололеда и соответствующая ей высота, низкая оправдываемость прогноза изменения климата в условиях сложного пересеченного рельефа и вечной мерзлоты требуют новых методических подходов с применением математического аппарата (моделирования) и современной электронно-вычислительной техники, позволяющей использовать накопленный банк данных метеорологических наблюдений.

Организация наблюдений за изменением местного климата в районе расположения гидротехнических объектов необходима как для создания банка данных по водохранилищам-аналогам, так и с целью анализа гидрометеорологических процессов, обусловленных возведением и эксплуатацией гидросооружений, а также всего водохозяйственного комплекса. Такие наблюдения должны осуществляться в рамках системы мониторинга (наблюдения, сбор, анализ результатов наблюдений, создание автоматизированного банка данных), расположенных в различных физико-географических условиях страны.

Ведение мониторинга позволит повысить качество прогнозов изменения местного климата с последующей оценкой их оправданности.

Гидрометеорологические наблюдения производятся в течение всего периода изыскательских работ, проектирования и строительства водохранилища, а также в первые годы его эксплуатации.

Наблюдения должны охватывать будущую береговую полосу водохранилища и нижнего бьефа предполагаемой зоны влияния. Наиболее показательными для анализа и прогноза изменений метеоэлементов являются наблюдения у плотины, в средней и хвостовой частях водохранилища, а также в районе нижнего бьефа ГЭС (на удалении 1 км от плотины и в конце полыньи).

Для производства гидрометеорологических наблюдений организуются временные метеопосты. Один раз в месяц выполняются наблюдения на фиксированных микроклиматических разрезах с точками наблюдений на расстоянии 50, 100, 1000, 5000 и 10000 м от уреза воды в глубь суши.

Инструментальные наблюдения проводятся за температурой, влажностью воздуха, направлением и скоростью ветра, температурой поверхности воды; визуальные - за облачностью, осадками, туманами, гололедом .

Гидрометеорологические наблюдения используются для составления, корректировки и оценки оправдываемости прогноза изменения местного климата, совершенствования методики прогнозирования.

Изменения местного климата происходят на фоне глобальных изменений климата, которые могут усиливать или ослаблять, а возможно, и перекрывать влияние непосредственно водохранилища в зависимости от того, складываются или взаимно гасятся антропогенные и естественные воздействия.

Климатические изменения влекут за собой по принципу обратной связи изменения в значениях составляющих теплового баланса воды с воздухом, а следовательно, должны учитываться при составлении прогноза формирования температурного и ледового режимов бьефов ГЭС, а также длины зоны ее термического влияния.



## Изменения состава атмосферного воздуха

Изменение качественного состояния атмосферного воздуха обычно связано с дополнительным загрязнением выбросами в период строительства и эксплуатации объекта либо с изменением условий распространения примесей, возникающим под его воздействием.

Непосредственное влияние создаваемого гидроузла на степень загрязнения атмосферного воздуха может проявляться только в изменениях метеорологических условий рассеивания примесей в районе расположения верхнего и нижнего бьефов.

Климатические изменения, связанные с созданием гидроузлов, имеющих водохранилища большого объема, могут способствовать как рассеиванию примесей (усиление скорости ветра и турбулентного обмена над водной поверхностью, усиление восходящих движений в прибрежных районах в летний период), так и существенному их накоплению (увеличение повторяемости туманов в нижних бьефах гидроузлов).

Основное влияние на атмосферный воздух в период строительства гидроузлов оказывают технологические процессы, связанные с функционированием временных или вспомогательных производственных предприятий, проведением земляных, в том числе взрывных работ.

Обеспечивающие строительство гидроузлов производственные базы включают в себя комплекс предприятий различного профиля с полным технологическим циклом работы: бетонные и обогатительные хозяйства, асфальтобетонные заводы, автохозяйства, временные и стационарные котельные на жидком и твердом топливе, склады горюче-смазочных материалов, монтажные базы и участковые хозяйства.

В результате производственной деятельности указанных предприятий и используемых технологических процессов в атмосферу может поступать до 30 наименований загрязняющих веществ различного класса опасности.

Выбрасываемые в атмосферу вещества могут образовывать до 5 групп суммирующего воздействия.

Размеры зоны влияния источников загрязнения атмосферы (ИЗА) производственных баз существенно зависят от высоты источников, мощности выброса, температуры и скорости выбрасываемых газов, метеорологических условий района. Основное влияние на формирование уровней загрязнения прилегающей к производственной базе территории оказывают низкие неорганизованные выбросы.

Зоны влияния ИЗА производственных баз по различным выбрасываемым ингредиентам могут составлять от десятков метров до 2 км.

В зоне влияния ИЗА производственных баз часто находятся населенные пункты и поселки гидростроителей.

Поскольку строительство гидроузлов продолжается в течение значительного периода времени (от 2-3 до 10-15 лет) в проектах необходимо учитывать негативное воздействие указанных предприятий на атмосферный воздух прилегающей территории, разрабатывать нормативы предельно допустимых выбросов в атмосферу для создаваемых производственных баз, мероприятия по снижению выбросов загрязняющих веществ в атмосферу, организовывать санитарно-защитные зоны.

В период строительства гидроузлов выполняется большой объем земляных работ, при этом для выемки скальных грунтов используются взрывные работы. Зона распространения высоких концентраций примесей может распространяться от точки проведения взрыва на расстояние до 1000 м.

При воздействии земляных и взрывных работ на атмосферный воздух в проектах должна определяться зона возможного влияния и максимальные концентрации загрязняющих веществ.

Для обеспечения нормальной эксплуатации гидроузлов организовываются постоянные производственные участки, имеющие ИЗА.

Интенсивность выбросов и их воздействие на атмосферный воздух в течение года обычно неравномерны в связи с небольшим числом часов работы оборудования. Однако для указанных участков также необходимо разрабатывать нормативы предельно допустимых выбросов в атмосферу (ПДВ), мероприятия по снижению выбросов загрязняющих веществ в атмосферу, организовывать санитарно-защитные зоны.

Мероприятиям по охране атмосферного воздуха следует уделять особое внимание при размещении вспомогательных производственных площадок на побережьях нижних бьефов гидроузлов, где в условиях повышенной вероятности возникновения неблагоприятных метеорологических условий (туманов) возможно образование зон повышенных концентраций примесей в атмосфере жилых зон.

Вопросы охраны атмосферного воздуха в составе проектов строительства и эксплуатации гидроузлов должны рассматриваться с учетом существующей техногенной нагрузки. При этом необходимо использовать руководящие и нормативно-методические документы, утвержденные уполномоченными органами России в области охраны атмосферного воздуха, ГОСТ, стандарты.

Во время строительства и эксплуатации гидроузла должен осуществляться мониторинг изменения метеорологических параметров в районе влияния гидросооружений.

Система контроля (локальный мониторинг) за соблюдением установленных нормативов предельно допустимых выбросов в атмосферу производственных объектов в период строительства и при эксплуатации гидроузла должна разрабатываться в составе раздела проекта.

Геологические условия, гидрогеологический и гидрогеохимический режимы прилегающих территорий

Создание водохранилища приводит к повышению уровня подземных вод на прилегающих территориях, а также к волновому и тепловому воздействию на берега и ложе водохранилища.

Следствием этого могут явиться:

- подтопление и заболачивание береговой зоны;
- протаивание многолетнемерзлых грунтов ложа и береговой зоны;
- возникновение и активизация геодинамических процессов;
- изменение режима и химического состава подземных вод;
- вскрытие и растворение торфяников.

Подтопление и заболачивание береговой зоны может иметь следующие последствия:

- ухудшение свойств грунтов прилегающей территории с развитием склоновых процессов (оползни, обвалы, осыпи, сплывы и др.), карста, растворения и выщелачивания карбонатных и галогенных пород;
- формирование просадок в лессах;
- изменение режима и химического состава подземных вод;
- изменение термовлажностного режима грунтов на обширных территориях, что особенно важно в области распространения многолетнемерзлых пород, где возможна активизация склоновых процессов, термокарста и криогенного пучения;
- улучшение условий эксплуатации существующих в береговой зоне сооружений.

Прогнозирование процессов подтопления и оценка возможностей использования подтопляемых территорий должны производиться в соответствии со СНиП 2.06.15-85 и на основе Рекомендаций П 71-78/ВНИИГ и Справочного пособия .

Геодинамические процессы в зоне водохранилищ возникают вследствие механического (статического и динамического) и теплового воздействий, которые создаются массой воды, а также изменения состава и свойств пород прибрежной зоны.

Активизация обвально-оползневых явлений может происходить в результате следующих процессов:

- подмыв берегов, развитие суффозионных процессов в основаниях склонов;
- снижение прочности пород при их увлажнении или растворении цементирующих веществ;
- развитие взвешивающего давления в нижней части оползнеопасного склона или стабилизировавшегося до заполнения водохранилища оползня;
- рост порового давления в массиве пород при их обводнении в результате подъема уровня подземных вод;
- фильтрационно-суффозионные процессы в береговых массивах;
- размыв нижней прибереговой части склона или оползневого тела с уменьшением их устойчивости.

Толчком для формирования обвально-оползневых явлений может послужить увлажнение пород в результате повышения влажности воздуха в береговой зоне водохранилища при выпадении атмосферных осадков, а также при осаждении водяной пыли, образующейся при работе водосливов.



При сработках водохранилищ (особенно быстрых) в крупнообломочных породах может возникать суффозия, что ведет к уменьшению устойчивости склонов и откосов, интенсификации фильтрационных процессов.

Склоновые и другие геодинамические процессы могут активизироваться или возникать в процессе строительства, первого наполнения, последующих сработок и наполнений.

Изменение влажностного режима в зоне водохранилища может вызвать дополнительные осадки построенных ранее сооружений, а в лессовых породах - формирование просадочных явлений.

В области распространения многолетнемерзлых пород по указанным выше причинам активизируются или возникают обвально-оползневые явления, смещения курумов, солифлюкция, термокарст, криогенное пучение, наледеобразование, морозобойное растрескивание, термоэрозия. В связи с изменением термовлажностного режима территории развиваются тепловые осадки как построенных сооружений, так и незастроенных участков местности.

Эксплуатация водохранилищ неизбежно ведет к переформированию берегов. Степень и масштабы такой переработки зависят от интенсивности волнового воздействия, морфологии берегового склона и свойств слагающих его пород. Зона переформирования возрастает по мере увеличения крутизны склона и перехода от скальных к нескальным и неустойчивым к воздействию воды и температуры породам. Прогнозирование переформирования может выполняться в соответствии с Методическими рекомендациями П 30-75/ВНИИГ.

Создание водохранилищ приводит к изменению режима и изменению химического состава подземных вод, а также к формированию новых водоносных горизонтов.

Под влиянием водохранилища меняются уровни подземных вод, напоры водоносных горизонтов, гидравлические уклоны и дебиты, местоположение и

дебиты источников. Причинами изменения химического состава подземных вод могут явиться:

- растворение и выщелачивание карбонатных, сульфатных и галогенных пород;
- растворение и выщелачивание химических веществ, в том числе вредных, в частности радиоактивных;
- отжатие из глубинных подземных вод сильноминерализованных, радиоактивных и термических вод;
- растворение торфяников.

В нижнем бьефе гидроузлов подтопление территорий и берегообрушение могут происходить вследствие прохождения волн попусков при осуществлении регулирования мощности ГЭС, а также вследствие зажорно-заторных подъемов уровней воды.

Существует мнение, что при высоте плотин более 100 м, объемах водохранилища свыше 100 млн. м<sup>3</sup> и при концентрации значительной массы воды в узких речных долинах может происходить перераспределение напряжений в земной коре, вызывающее "наведенные" землетрясения, по интенсивности не превышающее расчетные, но характеризующиеся большей повторяемостью. Эта проблема не может считаться выясненной и для ее окончательного решения требует специальных наблюдений и исследований.

Процессы, которые могут возникнуть или возникают в зоне, прилегающей к водохранилищу, подлежат обязательному мониторингу. Особое внимание должно уделяться участкам, где такие процессы могут оказать отрицательное воздействие на экологическую обстановку территории.

Положение указанных участков выбирается после окончательного установления контура водохранилища, исходя из геолого-геоморфологических условий береговой зоны.

Наблюдения ведутся за потенциально неустойчивыми склонами, территориями проявления геодинамических, в том числе криогеодинамических, процессов, за режимом и химическим составом подземных вод.

Система мониторинга включает визуальные обследования, периодические, в том числе стационарные, наблюдения за водопроявлениями, смещениями, деформациями и другими явлениями, отбор и анализ проб пород и воды. В области распространения многолетнемерзлых пород обязательна постановка режимных наблюдений за изменением температурного и криогенного состояния береговых массивов.

Частота и объем наблюдений определяются конкретными инженерно-геологическими условиями участка, ответственностью и ценностью расположенных или располагаемых на нем объектов (промышленные, гражданские сооружения, дороги, пастбища, лесные угодья, заповедники, исторические памятники и др.).

Мониторинг, особенно на потенциально опасных участках, должен начинаться на стадии обоснования проекта и продолжаться в период заполнения и эксплуатации водохранилища. Он может быть приостановлен, если получены неоспоримые доказательства затухания наблюдаемого процесса.

Основой мониторинга является прогнозная оценка преобразования геологической среды при взаимодействии с гидротехническими сооружениями, которая ведется на основании многофакторного анализа процессов взаимодействия геологической среды и гидрокомплекса.

При прогнозировании используются качественные и количественные (в том числе расчетные) методы. Большую помощь может оказать применение метода натуральных аналогий .

Прогнозирование многолетнего протаивания грунтов в ложе и бортах водохранилищ в криолитозоне выполняется на основе моделирования и решения задач тепломассопереноса в системе водохранилище - грунтовый массив, в

которой грунтовый массив представлен частью или полностью многолетнемерзлыми грунтами с различной льдистостью и водопроницаемостью при оттаивании .

### Изменения гидробиологического режима

Гидробиологический режим водохранилищ, нижних бьефов и связанных с ними водоемов формируется следуя изменениям качественного состава водной среды, обусловленным зарегулированием стока.

Под влиянием загрязняющих веществ происходят изменения в качественном и количественном составе биоценозов: одни виды исчезают, другие развиваются с высокой степенью их продуцирования. Изменения видового состава происходят уже при столь слабом загрязнении воды, которое может быть не обнаружено с помощью химических методов.

Биоту зарегулированных рек следует рассматривать в трех основных аспектах: как непосредственно эксплуатируемый природный ресурс, как индикатор экологического состояния и как фактор формирования качества воды. Концентрация органического вещества в воде зарегулированных водных потоков имеет прямую зависимость от интенсивности биотического круговорота в объеме воды в единицу времени.

Содержание фитопланктона, нитчатых водорослей, микробной составляющей характеризует качество поверхностных вод. На этой основе разработана система комплексной экологической оценки качества поверхностных пресных вод. Эта система, являющаяся одной из наиболее полных из ныне существующих для получения характеристики состояния водных экосистем, составлена на основе анализа качественного и количественного состава гидробиоценозов и учитывает гидрофизические и гидрохимические показатели, которыми необходимо руководствоваться при оценке влияния хозяйственной деятельности на водный объект в соответствии с

нормативными документами, утвержденными уполномоченными органами РФ в области охраны окружающей среды.

При оценке влияния гидротехнических сооружений на гидробиологический режим водотока следует иметь в виду, что водотоки являются сложной самовоспроизводящейся экосистемой, обладающей гомеостазом, т.е. способностью сопротивляться возмущающему воздействию внешних абиотических факторов. Это свойство водных экосистем обеспечивается прямыми и обратными связями (энергетическими и информационными) неорганических и биотических компонентов. Сохранение гомеостаза возможно лишь в определенных пределах изменения внешних абиотических факторов — пределах сопротивляемости системы (резистальности). Выход фактора за эти пределы приводит к гибели экосистемы. Длительное существование экосистемы возле верхней или нижней границы сопротивляемости ведет к постепенной ее деградации и, в конечном итоге, к гибели .

Сооружение гидроузлов приводит к нарушению гомеостаза экосистемы. В верхнем бьефе река, как экосистема, уничтожается полностью, а на ее месте образуется водохранилище - новая природно-техническая система, еще не ставшая экосистемой и, соответственно, не имеющая свойств самовоспроизводства и гомеостаза. В нижнем бьефе номинально сохранившаяся речная экосистема претерпевает изменения, вызванные зарегулированием стока, в результате чего нарушается гомеостаз системы, что может привести к ее деградации.

Основой речной экосистемы является собственно река с придаточными водоемами (заливы, ерики и т.п.), пойма, включающая пойменные озера, луга с древесно-кустарниковой растительностью, прилегающая к пойме склоновая терраса с ее флорой и фауной.



### 3.1 Экологические последствия строительства Саяно–Шушенской гидроэлектростанции

После сооружения Саяно-Шушенской ГЭС в её нижнем бьефе в зимний период стала возникать незамерзающая полынья, связанная со сбросом относительно тёплых вод с водохранилища при работе гидроагрегатов ГЭС. Возникновение полыньи привело к усилению зажорных явлений в нижнем бьефе с периодическим подтоплением территорий. С целью минимизации ущерба от данных явлений в районе города Минусинска были сооружены защитные дамбы. Образование водохранилища и полыньи в нижнем бьефе оказало влияние на микроклимат прилегающих территорий — снизился градиент температур воздуха (уменьшилась континентальность климата), возросла влажность воздуха, над руслом реки в нижнем бьефе в зимний период усилилось образование туманов. В то же время изменения микроклимата преимущественно имеют локальный характер и наблюдаются не далее 2 км от водохранилища и русла реки в нижнем бьефе. Проблем с резкими колебаниями уровня воды в нижнем бьефе при смене режимов работы Саяно-Шушенской ГЭС удалось избежать за счёт строительства контррегулирующей Майнской ГЭС с буферным водохранилищем.

В зоне затопления водохранилища находилось более 3 млн м<sup>3</sup> древесины. В связи с мелкоконтурностью и разбросанностью территорий произрастания деловой древесины, труднодоступностью лесных массивов из-за отсутствия подъездов, а также невозможностью обеспечения безопасной работы на крутых склонах каньона Енисея, было принято решение о затоплении данной древесины в водохранилище на корню. Полная лесоочистка была произведена только на озёрной части ложа водохранилища — на территории Тувы, на рыбопромысловых участках и местах отстоя судов, а также части зоны переменного уровня водохранилища вблизи плотины. За время эксплуатации водохранилища большая часть (более 2 млн м<sup>3</sup>) затопленной древесины всплыла на его поверхность, после чего часть древесины (около 0,6 млн м<sup>3</sup>) вновь затонула вследствие намокания. В связи с большим объёмом водохранилища и медленным разложением древесины существенного влияния на качество воды в

водохранилище она не оказывает. Всплывшая древесина собирается с акватории в нескольких запанях, образованных в заливах водохранилища, постепенно извлекается из водохранилища и складывается на берегу (извлечено более 0,9 млн м<sup>3</sup>). Данная древесина имеет низкое качество, в связи с чем производится её постепенная утилизация путём переработки в древесный уголь; существует проект завода по переработке древесины в топливные гранулы — пеллеты.

Начальный озеровидный участок водохранилища в Туве, на который приходится около 20 % полезной ёмкости водохранилища, в результате колебаний уровня воды в водохранилище при сезонном регулировании стока заполняется в середине августа и обсыхает в середине ноября, образуя в остальное время года обширную заболоченную и непригодную для хозяйственной деятельности низменность. Имеются предложения об отсечении этого участка водохранилища путём строительства низконапорной плотины.

С целью изучения влияния водохранилища на прилегающие экосистемы, охраны популяций соболя и снежного барса, а также в качестве компенсационного мероприятия на прилегающей к водохранилищу территории в 1976 году был создан Саяно-Шушенский биосферный заповедник площадью 3904 км<sup>2</sup>. По мнению директора заповедника А. Рассолова, катастрофических изменений природной среды в результате строительства водохранилища не произошло. Отмечается факт возникновения на участке незамерзающей полыньи в нижнем бьефе и озеровидном участке водохранилища в Туве крупной популяции водоплавающих птиц.

Наряду с несомненной эффективностью данного крупного гидротехнического сооружения, у него в процессе эксплуатации выявился и целый ряд недостатков, которые оказывают серьезное негативное влияние на состояние самой гидроэлектростанции. Енисей, широко освоенную в хозяйственном отношении речную долину, а также на безопасность проживания людей в нижнем бьефе ГЭС. Основной из них - явно неудачное место расположения плотины ГЭС. Дело в том что столь крупное гидротехническое сооружение с очень высокой

плотиной построено на активной в сейсмическом отношении территории. По расчетам специалистов, ее устойчивость сохраняется при землетрясениях силой до восьми баллов. Между тем, в данной части Западного Саяна удары подземной стихии в последнее десятилетие уже отмечались и выше.

На какие данные опирались ранее проектировщики этого сооружения, руководители региона и страны, его строители - нам сегодня можно понять, лишь учитывая общественно-политическую обстановку того времени, периода развитого социализма

Среди доводов в пользу такой стройки была энергетическая мощь Енисея, который позволяет выработать большое количество сравнительно дешевой энергии долгие годы.

Плотину ГЭС намечалось разместить в узком горном ущелье. Это позволяло увеличить ее высоту и при сравнительно небольшой длине водохранилища добиться большой мощности ГЭС.

В период строительства гидроэлектростанции неподалеку от нее были расположены наиболее крупные потребители энергии

- Саянские алюминиевые заводы. В числе других потребителей оказались многочисленные предприятия бурно развивающегося юга Красноярского края и Хакасии, также довольно быстро увеличивающееся население обжитой в хозяйственном плане Минусинской котловины, соседних территорий.

На выбор высоты плотины, возможно, в какой-то мере повлияло расположение водохранилища в горной, практически не используемой территории Западного Саяна, где большие годовые колебания уровня воды представлялись не столь опасными и не затопляли большие территории прилетающих к Енисею земель

Грандиозность намечаемого строительства в прежде глухом уголке Сибири увязывалась, очевидно, и с известными предназначениями того времени партии

коммунистов, созданной В.И Лениным. Как известно, он отбывал ссылку в поселке Шушенском и благодаря этому обстоятельству прежде захолустное село превратилось в крупный мемориальный комплекс Сибири, а его название распространилось на соседнюю стройку коммунизма. Так новая ГЭС на Енисее стала называться не совсем ныне понятно как Саяно-Шушенская.

Впрочем, помимо перечисленных доводов в пользу этой стройки, возможно, были и другие мнения, столь характерные для того времени. Например, строили же всей страной коммунизм, хотя никто толком не знал, что это такое. В сельском хозяйстве страны создали систему колхозов и совхозов, хотя еще из древней истории хорошо было известно, что производительность принудительного труда всегда очень низкая.

Среди других отрицательных последствий строительства данного гидротехнического сооружения, следует отметить неизбежное изменение состояния окружающей среды данного региона. В первую очередь это касается ухудшения качества воды, которая накопилась в водохранилище. Из чистой, проточной речной влаги бывшего Енисея вода здесь оказалась застойной, мутноватой. В ней произошло накопление в значительном количестве целого ряда загрязняющих веществ. Одной из причин этого процесса стала затопленная в водохранилище древесина. Работа по очистке от нее ложа водохранилища в должном объеме проведена не была.

В результате из 3,7 миллиона кубометров древесины, которая попала в зону наполнения водохранилища, более половины ее так здесь и осталось. Ее разложение, которое неизбежно происходит, ведет к накоплению в воде фенолов, различных органических соединений, в том числе азота. Все это дополнительно ухудшает качество воды.

Некогда богатый на данном участке рыбой Енисей после строительства водохранилища стал очень бедным. Здесь уже практически нет осетра, стерляди, тайменя, ряда других промысловых сортов рыб. Причины, в основном, две -

значительное ухудшение качества воды в водоеме и сильно переменный уровненный режим водоема, при котором рыба нерестится и выращивать потомство практически не может.

Создание столь крупного водоема в стесненных условиях горного каньона, естественно, повлекло за собою переработку его берегов. Их общая протяженность при его наполнении составляет 1250 километров. Основная часть берегов приходится на торные участки, где они оказались очень крутые. Из-за этого сразу после наполнения водохранилища началась переработка его бортов, возникли оползни, обвалы, осыпи. Среди последних есть и крупные, способные неожиданно и довольно сильно повлиять на состояние данного водоема.

О недостатках рассматриваемого строительства, отрицательных последствиях, которые неизбежно возникают после нарушения естественного, природного состояния той или иной территории, разговоры начались еще во время строительства гидротехнического комплекса и в первые годы его эксплуатации. Они были по содержанию умеренные, обычно сводились к критике отдельных упущений, которые следовало устранять. Резко критические материалы о серьезных недостатках на данной стройке не допускались. Сейсмическая устойчивость плотины ГЭС считалась удовлетворительной.

О всех реально существующих просчетах, различного рода недостатках возведенного столь крупного гидротехнического сооружения на опасной в сейсмическом отношении территории, более широко начали говорить после известной перестройки. Этих недостатков оказалось много. Они касались несовершенства конструкции плотины, неудачного места ее расположения, различного рода ошибок проектировщиков, строителей.

Опыт многолетней эксплуатации данного сооружения показал, что в силу реально сложившейся ситуации все выявленные недостатки условно можно разделить на две группы. В первую следует включить те, которые для процесса эксплуатации гидроэлектростанции неизбежны, но они для нее и для жителей

региона не столь опасные. С ними, хотели бы мы это или нет, приходится мириться. Ведь ГЭС успешно работает и будет нести свою нелегкую службу и далее. Одновременно следует еще раз рассмотреть состояние нижнего бьефа гидроэлектростанции, где появился ряд неожиданных негативных процессов.

Во вторую группу входят два крупных недостатка этого сооружения, которые сегодня представляют реальную опасность для ГЭС, а стало быть, одновременно для ее обширного нижнего бьефа. Речь идет о техническом состоянии плотины ГЭС и возросшей сейсмической активности территории ее расположения. На этих, по существу, ключевых проблемах безопасности обширного региона, далее остановимся более подробно.



### 3.2 Экологические последствия строительства Красноярской гидроэлектростанции

В проблеме водных ресурсов можно выделить следующие задачи: прогнозирование формирования водных ресурсов, изменений их режима и качества вод под влиянием природных и антропогенных факторов; прогнозирование паводков, наводнений; борьба с загрязнением водной среды, создание экологически чистых технологий; разработка правовых, нормативных и экономических принципов рационального использования водных ресурсов.

Экологическое состояние водных объектов зависит от большого количества разнообразных факторов и процессов: гидрофизических, гидробиологических, гидрохимических, метеорологических и антропогенных. Гидрофизические процессы в значительной мере формируют среду обитания гидробионтов, определяют перенос и седиментацию веществ, интенсивность процессов загрязнения и самоочищения водоемов.

Зарегулирование плотинами гидроузлов вносит существенные изменения в природные условия прилегающих районов. Изменяются температурные и скоростные режимы реки как выше, так и ниже гидроузла. Смена температурного режима оказывает влияние на развитие речной и флоры и фауны, понижение температуры в летний период приводит к снижению самоочищающей способности реки. В Институте вычислительного моделирования разрабатываются математические модели и компьютерные программы для оценки влияний строительства крупных ГЭС и сбросов загряз- экологическую ситуацию бассейна р. Енисея. Выполнен цикл исследований, включающий следующие задачи: стратифицированные течения в водохранилищах; гидроледотермический режим рек; перенос примесей в речных потоках. Для решения перечисленных задач разработаны математические модели различного уровня сложности

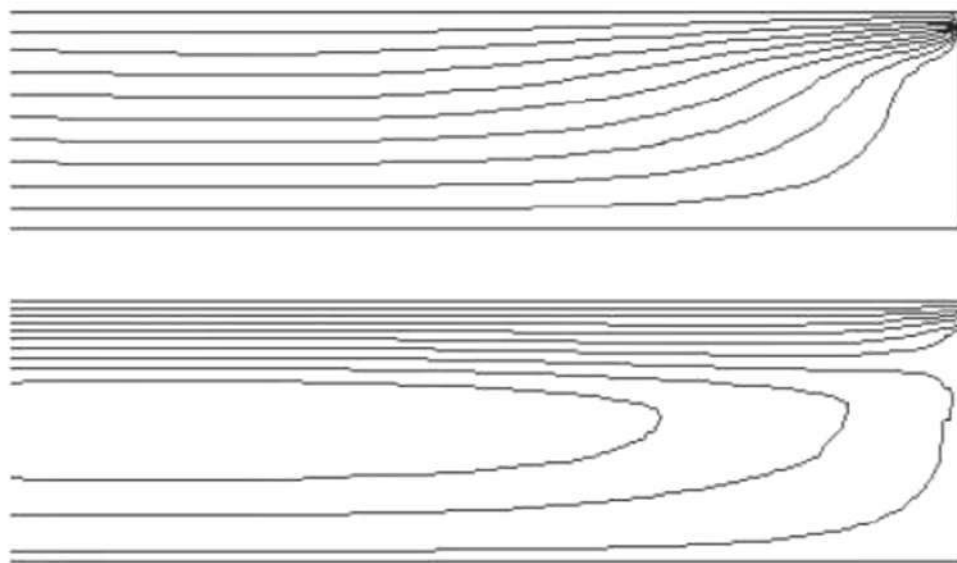
- математические модели для определения картины течения и температурного режима слабопроточного водохранилища, позволяющие

оценить влияние условий водозабора на температуру воды, поступающей в нижний бьеф ГЭС;

- компьютерные программы для нахождения гидравлических характеристик течений в открытых руслах, температурного и ледового режимов рек, учитывающие морфометрические характеристики реки.

Верификация моделей проводилась с использованием имеющихся натуральных данных для верхнего и нижнего бьефов ГЭС.

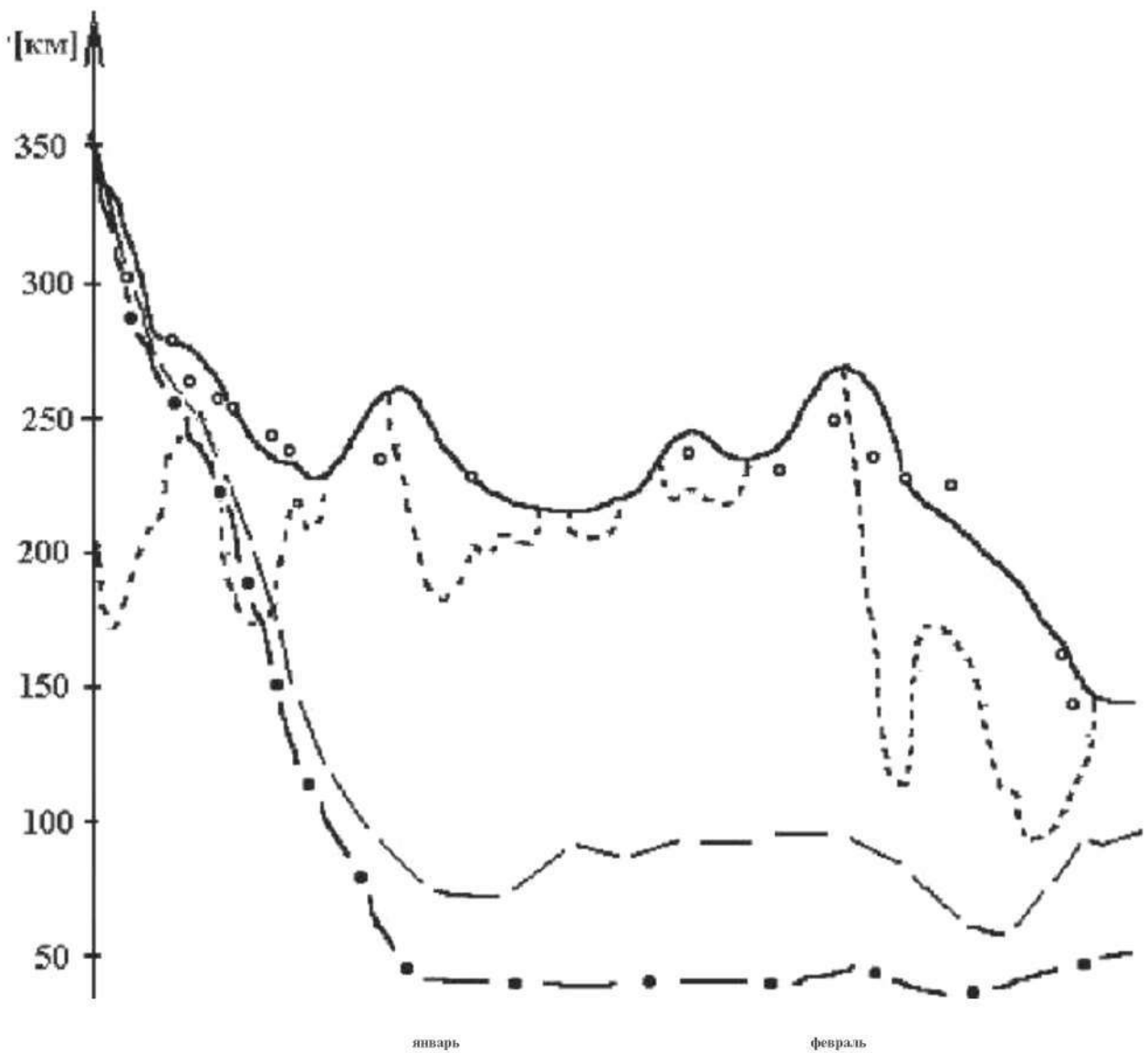
Температура воды, поступающей из водохранилища в нижний бьеф ГЭС, зависит от картины течений на приплотинном участке. В зависимости от температурной стратификации и от условий водозабора (положения водозаборных отверстий и расходов воды) возможны две различные картины течений вблизи водозаборов (рис. 26).



ледяного покрова в р. Енисей (для реальных метеоданных, различных расходов воды и различных значений температуры воды, поступающей из водохранилища в нижний бьеф ГЭС).

После возведения Красноярской ГЭС заметно изменился гидроледотермический режим р. Енисея как выше, так и ниже гидро-

узла. Температура воды ниже плотины понизилась в летние месяцы на 10-12 градусов и возросла зимой на 1,5-3,0 градуса. Резкое изменение температурного режима р. Енисей в нижнем бьефе Красноярской ГЭС лишило жителей г. Красноярска привычного для них отдыха и купания на реке в летние периоды. С целью создания условий для купания (в черте города) Абаканская протока была перекрыта дамбой и устроен выпуск теплой воды в протоку от ТЭЦ-2. Однако полный комплекс необходимых мероприятий проведен не был. В настоящее время нет разработанного и выполненного проекта комплекса сооружений, обеспечивающих отдых и купание жителей



- o положение кромки льда, натурные данные;
- \_\_\_\_\_ положение кромки льда, расчет  $T_{\text{л}} \sim 3,4 \cdot 2 \text{ C}$
- положение нулевой изотермы, расчет;

— — положение кромки льда, расчет  $T_n = 0.9^\circ\text{C}$ ,  $Q = 2540 \text{ м}^3/\text{с}$

— \* — положение кромки льда, расчет  $T_n = 0.9^\circ\text{C}$ ,  $Q = 1800 \text{ м}^3/\text{с}$ .

Q — переменный;

Рис. 27. Расчеты для нижнего бьефа Красноярской ГЭС. Зима 1984-1985 гг.

Ежегодные весенние наводнения, связанные с заторами на р. Енисее, приносят большие убытки населению и хозяйству Красноярского края.

Формирование заторов определяют подвижки льда, которые происходят вследствие изменений морфометрических характеристик русла реки, метеоусловий, режима работы ГЭС. Прогноз подвижек вследствие изменения внешних условий представляет большой практический интерес. Разработанная компьютерная модель гидроледотермики реки позволяет определить возможные подвижки льда на Енисее и оценить время прохождения кромки льда около конкретных населенных пунктов.

Выполнен прогноз ледотермического режима нижнего бьефа Богучанской ГЭС и температурного режима водохранилища для летнего и зимнего периодов при НПУ 185,0 м и НПУ 208,0 м. В летний период в водохранилище будет формироваться существенная температурная стратификация. Влияние плотины БоГЭС на ледотермический режим р. Ангары распространяется на 30-40 км при поверхностном водозаборе и на 60-70 км для проектных условий водозабора. В летний период для проектных условий водозабора температура воды, сбрасываемой из водохранилища в нижний бьеф, на 3-5 °С ниже бытовой для НПУ 185,0 м, на 4-6 °С ниже бытовой для НПУ 208,0 м. Для поверхностного расположения водозаборных отверстий температура воды, поступающей в нижний бьеф, близка к бытовой (14-17 °С в створе плотины БоГЭС и 19-20 °С в устье р. Ангары). Следует учитывать влияние изменений температурного режима в верхнем и нижнем бьефах БоГЭС на водные экосистемы.

### 3.3 Экологические последствия строительства Алтайской гидроэлектростанции

Республика Алтай считается одной из наименее измененных человеком территорий не только в России, но и во всем мире. Причем за прошедшие 20 лет это становится все более очевидным. Строительство ГЭС значительно снизило бы туристическую привлекательность Горного Алтая. Уже сам факт нахождения на территории Республики Алтай такой мощной плотины являлся бы показателем значительного антропогенного воздействия на природу.

Остались спорными вопросы сейсмоустойчивости плотины. Это особенно актуально после двух толчков, произошедших осенью 2003 года, свидетелями которых все мы были. Последствия землетрясения в Республике Алтай до сих пор не ликвидированы. А что было бы, если бы 150-метровая волна пошла вниз по Катунь. Утверждается, что вплоть до сел Маймы и Платово (последнее на территории Алтайского края) вряд ли бы что-то осталось.

Климатические изменения в районе водохранилища были бы наверняка, этого никто и не отрицал. Это повышение влажности, туманы зимой, не замерзающая зимой Катунь ниже плотины, более холодная вода летом, возможное увеличение заболеваемости людей и т.д. Как следствие изменения климата - скорее всего пришлось бы переносить или закрывать Чемальский санаторий, предназначенный для лечения туберкулеза, кстати, один из крупнейших в России.

Ряд сел Чемальского района попадал под затопление, жителей нужно было переселять на другие территории. Подобная ситуация могла возникнуть и у нас в районе, поскольку еще в первой половине XX века разрабатывался проект строительства каскада гидроэлектростанций (из 6 ГЭС) на Катунь. Одну из них, самую верхнюю, предполагалось построить в районе устья реки Аргут (граница Усть-Коксинского, Онгудайского и Кош-Агачского районов). Высота плотины планировалась в 160-180 м, уровень воды - 150 м. Если учесть, что устье Аргута находится на высоте 765 м над уровнем моря, то, прибавив 150 метров, получаем 915 м. Село Катанда расположено на высоте 900 м над уровнем моря, Тюнгур

еще ниже. В случае реализации планов строительства каскада ГЭС вышеуказанных сел уже бы не было. Для жителей села Кучерла пришлось бы строить объездную дорогу или также переселять на другое место. По поводу возможного накопления ртути в водохранилище было много споров, и большинство ученых посчитало это серьезной проблемой. Под водой оказались бы многочисленные курганы, могильники и т.п. скифского, гунно-сарматского и других периодов. Республика Алтай необычайно богата в этом плане и всегда привлекала археологов.

Можно и дальше приводить как минусы, так и плюсы. Например, выше говорилось, что плотина будет регулировать сток, соответственно снизится вероятность наводнений. Но, например, жители Алтайского края однозначно от этого потеряют, так как Катунь ежегодно заливают пойменные луга вдоль Оби, вынося туда массу взвешенных частиц (ила, почвы), что значительно повышает их продуктивность. А поскольку Катунь дает до 70% объема вод Оби, то когда водохранилище Катунской ГЭС забирало бы значительную часть стока в период половодья, то эти луга быстро бы оскудели. Жителей необходимо было бы переселять - для многих это неприемлемо. Затопило бы курганы, это минус, но здесь возможен плюс в том, что часть захоронений успели бы изучить до затопления, поскольку для этого специально были бы выделены средства. А без строительства ГЭС до раскопок курганов дело могло бы и не дойти, учитывая уровень финансирования науки в последние годы.

В целом проект Катунской ГЭС в 1988-89 годах был отклонен тремя экспертными комиссиями: Госплана РСФСР, Госстроя РСФСР и Госкомприроды РСФСР. Основными проблемами, выдвинутыми экспертами, были недостаточная экономическая эффективность, отрицательное воздействие на пойменные земли Верхней Оби и возможное негативное воздействие процесса метилирования ртути на состояние окружающей среды и на здоровье населения. Эксперты проведенной тогда же общественной экспертизы также признали данный проект экологически опасным и экономически невыгодным.



Добавлю, что, по моему мнению, проект был отклонен также по политическим мотивам (из-за многочисленных протестов общественности). Люди старшего поколения помнят, что это был период, когда в обществе (в СССР) стали проявляться демократические тенденции. В эти годы впервые за весь советский период к мнению общественности стали прислушиваться, и власти уже не могли не считаться с мнением народа. В этот же период были и первые крупные забастовки шахтеров Кузбасса. Кстати, в числе их требований были и экологические. Например, одним из требований к власти было предложение об организации заповедника в Кемеровской области. Центральные органы власти быстро выполнили это требование, заповедник был организован в 1989 году и называется "Кузнецкий Алатау". Вообще в то время экологические лозунги были очень популярны, многие политики на этом сделали себе имя. Впоследствии интерес в обществе к охране природы, экологическим проблемам значительно снизился.

Прошло почти двадцать лет. В 2004 году вновь предлагается построить ГЭС на Катунь. Место для строительства выбрано все то же, но, видимо, памятуя о неудачной судьбе Катунской ГЭС, нынешнюю гидроэлектростанцию назвали Алтайской. Предлагаемая ГЭС значительно меньше своей предшественницы по всем параметрам. Высота плотины всего 57 м, площадь водохранилища - 12,1 кв. км, мощность - 140 МВт.

За прошедшие почти 20 лет изменилось и настроение в обществе, прежде всего в Республике Алтай. За эти годы электроснабжение не только не улучшилось, а стало хуже. За несколько последних лет неоднократно были и отключения света, тарифы на электроэнергию растут, как говорится, не по дням, а по часам и т.д. Многие бывшие противники большой Катунской ГЭС сейчас стали сторонниками нынешней - Алтайской. Большинство жителей нашего региона сейчас согласно с тем, что Республике Алтай нужны свои источники электроэнергии. Это позволит контролировать рост тарифов на электроэнергию, развивать различные виды производства и т.д. Рассмотрим с этих позиций предлагаемое строительство Алтайской ГЭС. Этот проект, как и любой другой,

будет иметь экологические, экономические и социальные последствия, которые тесно переплетены между собой.

Экологические последствия - этот вопрос активно поднимают экологические организации Сибири. Основные аргументы, в принципе, остались все те же, как и в случае с Катунской ГЭС. Разработчики проекта Алтайской ГЭС в ответ говорят, что эта гидроэлектростанция будет значительно меньше по размерам и не нанесет большого вреда природе Алтая. На общественных слушаниях в Горно-Алтайске, прошедших 28 января этого года, об этом говорили привлеченные разработчиками эксперты. В частности, А.Г. Манеев, преподаватель ГАГУ, кандидат биологических наук, утверждает, что в районе затопления нет никаких краснокнижных видов растений, произрастающих только на этой территории, а имеющиеся распространены и в других местах. С А.Г. Манеевым на общественных слушаниях никто и не спорил. П.А. Попов, Институт водных и экологических проблем СО РАН, доктор биологических наук, считает, что большого ущерба для рыб не будет. Но и увеличения количества рыбы со строительством плотины не произойдет. Возможен будет только любительский лов рыбы, как это и происходит сейчас. Все это по причине небольшой кормовой базы, связанной с низкой температурой воды в Катунь. Поэтому рыбозаведение в водохранилище возможно только при условии регулярной подкормки рыбы, но и в этом случае промышленный лов рыбы в больших объемах стоит под вопросом. Также эксперты говорили, что накопления ртути в водохранилище не произойдет. В общем-то, доводы сторонников строительства ГЭС уже неоднократно публиковались в республиканской газете "Звезда Алтая". В нашей газете публиковались мнения противников строительства ГЭС, поэтому подробно также не будем на них останавливаться. Отметим лишь, что туристической индустрии, которая в Республике Алтай наиболее развита именно в Чемальском районе, несомненно, будет нанесен удар. Возможно, что и противотуберкулезный санаторий также придется закрыть или перенести. По крайней мере, об этом говорится в пресс-релизе Гринписа от 2 февраля 2005 г. Также экологи опасаются, что

впоследствии высота плотины может быть достроена до уровня бывшей Катунской ГЭС (180 м), условия нынешнего проекта позволяют это сделать.

А.В. Дубынин, директор МБОО "Сибирский экологический центр" (г. Новосибирск), на слушаниях в Горно-Алтайске сказал, что "зеленые" не пригласили с собой своих экспертов-ученых, хотя они у них есть. Это говорит о том, что среди ученых нет единого мнения по вопросу строительства ГЭС на Катунь.

Теперь остановимся на нарушениях, которые, по мнению экологов, допустили разработчики проекта ГЭС и руководство Республики Алтай. Об этом говорилось на самих общественных слушаниях, а также на пресс-конференции общественных организаций, прошедшей в Горно-Алтайске 29 января.

1. 18 августа 2003 года председатель Правительства РА М.И. Лапшин подписал Постановление о строительстве ГЭС на реке Катунь в Чемальском районе Горного Алтая и создании открытого акционерного общества "Горно-Алтайская ГЭС" в нарушение федерального законодательства, которое запрещает учреждениям государственной власти создавать акционерные общества или участвовать в них.

2. Не проведено общественное обсуждение проекта. По закону общественное обсуждение проекта ГЭС должно было состояться ещё полгода назад - перед тем, как документы на проведение государственной экологической экспертизы были поданы в Министерство природных ресурсов (это было сделано 1 июля 2004 года). Таким образом, положительное заключение по обоснованию инвестиций заказчики проекта получили незаконно, грубо нарушив при этом права местных жителей. Видимо, этими соображениями руководствовался Чемальский районный суд, отменивший положительное заключение государственной экспертизы (решение об этом вынесено 21 января 2005 г.). Поэтому проведенные 28 января 2005 года (спустя полгода) в Горно-Алтайске общественные слушания по строительству Алтайской ГЭС являются незаконными.

3. Не проведена общественная экспертиза проекта, которая проводится параллельно государственной. В принципе, общественная экспертиза проекта не обязательна, но если есть заинтересованная общественность, то органы власти не могут препятствовать ее проведению. По закону результаты общественной экологической экспертизы должны учитываться официальными экспертами. Выше уже говорилось, что документы на проведение государственной экологической экспертизы были поданы в Министерство природных ресурсов 1 июля 2004 года, а 5 августа 2004 года уже получено положительное заключение. Как считают представители общественных экологических организаций, в данном случае все было сделано в тайне от общественности (не было объявления в региональной и центральной печати о разработке проекта ГЭС, не проведены общественные слушания и т.д.). Тем самым разработчики проекта лишили общественность возможности проведения общественной экологической экспертизы. Общественные организации Сибири готовы провести такую экспертизу, имеются известные ученые, желающие принять в ней участие и т.д.

4. При разработке проекта Алтайской ГЭС совершенно не учитывались возможные альтернативы. В частности, это строительство бесплотинных ГЭС или с минимальными плотинами на притоках Катуня.

5. При проведении государственной экологической экспертизы, вернее перед ее проведением, не были проведены согласования и не получены заключения от соответствующих ведомств Алтайского края и Новосибирской области. Это было сделано только на уровне ведомств Республики Алтай. По мнению экологических организаций, это является нарушением, поскольку ГЭС является объектом федерального значения и затрагивает интересы не только Республики Алтай, но и соседних регионов.

Экономические последствия - самое главное последствие - это получение электроэнергии, что позволит, по мнению А.И. Пигалева, главного проектировщика Алтайской ГЭС, хоть и не снизить тарифы на электроэнергию, но в какой-то степени сдерживать их рост.

Как декларируется, проект Алтайской гидроэлектростанции предназначен для улучшения энергоснабжения Республики Алтай. Предполагается, что все жители Чемальского района и большая часть жителей Шебалинского будут круглогодично обеспечены таким количеством электроэнергии, которое позволит организовать полную электрификацию их быта (отопление, горячее водоснабжение, пользование различными электроприборами и так далее). Ожидаются поступления в республиканский и местный (Чемальский район) бюджеты, в первый будет поступать порядка 200 миллионов рублей в год, во второй - 13. Также от строительства Алтайской ГЭС выиграет и в целом экономика Сибири, откуда будут поставляться строительные материалы и т.д. В этом плане, чем дороже проект, тем выгоднее строительным организациям.

В части экономических последствий также имеется немало вопросов. Вот некоторые из них.

1. Инвестором строительства выступают частные фирмы, поэтому Алтайская ГЭС - это первая в России частная гидроэлектростанция, этаким своеобразный эксперимент, что уже настораживает. Эксперименты в России, как показывает опыт, почти всегда заканчиваются неудачно. Как говорится, "хотели как лучше, получилось как всегда". Инвесторы вкладывают в строительство 4 млрд. рублей, окупить эти средства планируется в течение 10 лет. Республике Алтай выделяют 10% акций. Естественно, что с таким количеством акций влиять на ценовую политику частных лиц наша республика не сможет. На мой взгляд, правильнее было бы контрольный пакет акций иметь республике. Иначе вся прибыль пойдет хозяевам, а республика за свой счет будет разрешать негативные последствия от строительства ГЭС, которых немало.

2. Стоимость электроэнергии во многом будет зависеть от РАО "ЕЭС Россия", точнее от его подразделения "Алтайэнерго". Все существующие линии электропередач принадлежат им, и по какой цене покупать электроэнергию, произведенную Алтайской ГЭС, и сколько добавлять сверху за доставку потребителям, то есть нам с вами, будут определять они. В числе немногих, кто

прямо говорит об этом, находится и Ю.И. Тошпоков, бывший директор Катунской ГЭС. По его словам, цена покупки, возможно, будет установлена настолько низкой, что Алтайская ГЭС в нынешнем виде может вообще не окупиться, а это вынудит хозяев ГЭС достроить плотину до уровня Катунской ГЭС (180 м). Об этом уже говорилось выше.

3. Для производства электроэнергии на Алтайской ГЭС будет использоваться так называемый бытовой сток Катунь, то есть ее работа будет осуществляться на естественном русле Катунь. В этом случае нет необходимости строить огромную плотину. Выше уже говорилось, что мощность Алтайской ГЭС составит 140 МВт, но как утверждает Ю.И. Тошпоков, правильнее было бы рассчитывать мощность гидроэлектростанции не по среднегодовому стоку, а по минимальному, то есть по зимнему. Понятно, что объем воды в реках зимой меньше, а вот потребление электроэнергии наоборот значительно больше. Если известный гидроэнергетик прав, то в этом случае реальная мощность Алтайской ГЭС будет на порядок ниже.

4. Сибирский регион является заведомо энергоизбыточным, и таковым будет являться еще долгие десятилетия. Проблема заключается не в нехватке электроэнергии, а в пропускной способности и техническом состоянии электролиний. Как отмечается в письме Л. Меламеда, заместителя председателя правления РАО "ЕЭС Россия", отправленном еще в 2001 году в ответ на запрос С.И. Зубакина, в то время главы Республики Алтай, "Алтайская энергосистема входит в ОЭС Сибири и расположена на межсистемном транзите, связывающем энергоизбыточные центральную и восточную части ОЭС Сибири с энергодефицитной западной частью энергообъединения, а также с энергосистемой Казахстана и ОЭС Урала. В этих условиях развитие энергосистемы необходимо рассматривать в тесной увязке с развитием ОЭС Сибири в целом, с учетом имеющихся избытков электроэнергии и мощности в этом энергообъединении". Таким образом, нужно отметить, что электроэнергии в Сибири предостаточно. В одной из передач республиканского телевидения говорилось о готовности Республики Казахстан продавать нам электроэнергию,



произведенную на Бухтарминском водохранилище, по низкой цене, но все опять же упирается в электролинии.

Если взять Усть-Коксинский район, то, как отмечал на страницах нашей газеты В.И. Калмыков, начальник РЭС, износ районных электролиний составляет 83%. Это значит, что любой ветер скоростью свыше 20 м/сек. способен в любой момент прервать подачу электроэнергии в наши дома. За последние 3-4 года в районе было 2 случая, когда одновременно ветром повалило более 130 опор линий электропередач, и во многих селах не было света по несколько дней. Если не заниматься реконструкцией и строительством новых линий электропередач, то и десять Алтайских ГЭС не улучшат качество электроснабжения у нас в районе. Проект же Алтайской ГЭС не предусматривает строительство новых электролиний. Для сравнения - на полную реконструкцию только нашему району требуется около 500 млн. рублей, а сколько всей республике?

Также отметим, что Ю.И. Тошпоков утверждает, что существующие электролинии республики в данный момент не готовы передать такое количество энергии, которое будет производить Алтайская ГЭС.

5. Со строительством ГЭС возможно снижение туристической привлекательности Чемальского района и соответственно потеря части доходов от туризма. Не случайно Новосибирская ассоциация туроператоров высказала свою тревогу по поводу строительства Алтайской ГЭС и поддерживает экологов. Непосредственную же пользу от ГЭС будут иметь только ее работники из числа местных жителей, получающие зарплату на этом предприятии. Но согласно проекту, весь персонал ГЭС будет состоять примерно из 66 человек, из них какая-то часть - это приезжие специалисты. Очевидно, что в сфере туризма в Чемальском районе задействовано значительно большее число местных жителей. Нужно учесть и то, что местные жители нередко получают доход от туризма, часто не учитываемый официальной статистикой и не облагаемый налогами.

Следует добавить, что в целом сомнения в экономической эффективности Алтайской ГЭС для Республики Алтай высказывают не только ученые из других регионов, но и наши местные специалисты, например, экономист С.П. Суразакова, директор Горно-Алтайского филиала Института водных и экологических проблем СО РАН, и Ю.И. Тошпоков, член экономического консультационного совета при главе Республике Алтай, представитель Сибирского энергетического научно-технического центра, член федерального комитета по нетрадиционной энергетике.

Социальные последствия - в качестве положительного последствия отметим возможную организацию полной электрификации быта жителей Чемальского и части Шебалинского районов (отопление, горячее водоснабжение, пользование различными электроприборами и так далее), хотя энергетики Ю. Тошпоков и В. Бахмутов не верят в полное электроотопление жилых домов.

Возможно также, что произойдет увеличение количества рыбы в водохранилище, которую будут ловить местные жители для личного потребления.

Наряду с этими как очевидными, так и неочевидными положительными последствиями, у Алтайской ГЭС имеются и отрицательные социальные последствия.

1. Проблема паевых земель жителей сел Ороктоя, Эдигана и Куюса. Затопление этих земель раз и навсегда лишит жителей этих сел права на принадлежащие им земельные пай. Механизм же компенсации за утрату земель пока не ясен. Более того, как утверждают некоторые юристы, заключенные с собственниками паевых земель договора составлены неграмотно и не имеют юридической силы. Ю.И. Тошпоков считает, что может возникнуть ситуация, когда после затопления земель вдруг кто-то из местных жителей подаст на хозяев ГЭС в Европейский суд по правам человека. К правам человека там относятся очень серьезно, наверняка будет принято решение о возмещении ущерба местным жителям, причем размер компенсации может быть установлен

по европейским меркам. В этом случае суммарная стоимость строительства Алтайской ГЭС значительно возрастет.

2. Водоохранилище затопит имеющиеся дороги, линии электропередач, Ороктойский мост, в результате чего жители Эдигана, Куюса, Ороктоя окажутся в бедственном положении, отрезанными от внешнего мира (больницы, школ, магазинов и т.д.). Как я понял, в проекте строительства Алтайской ГЭС не предусмотрены средства на строительство объездной дороги и т.д. Видимо, это предполагается сделать за счет средств нашего республиканского бюджета (из наших с вами денег). А средства на это уйдут немалые, учитывая крутые склоны гор в этом районе. Как отметил Ю.И. Тошпоков, дешевле будет пробить дорогу в эти села через горы из Шебалино. Тогда уж эти села придется отдать Шебалинскому району, а это уже ставит под сомнение само существование Чемальского района как административной единицы. Ю.И. Тошпоков справедливо предложил - сначала построить объездную дорогу, а уж затем начинать строить ГЭС.

3. В проекте Алтайской ГЭС, как я понял, не предусмотрено строительство подъездной дороги к месту сооружения плотины, в результате чего проезд большегрузных машин в течение ряда лет будет осуществляться прямо по селу Еланда. Правда, обещано строительство шумозащитной или шумопоглощающей полосы, насчет эффективности которой большие сомнения. В. Максимов в своей статье "Проекты и субъекты" ("Звезда Алтая", 16 октября 2004 г.) прямо говорит, что Еланда отдана на заклятие, ее территория превращается в строительную площадку. Село будет стерто с лица земли. Появятся вынужденные технократическим нашествием переселенцы. "Где их разместят?" - вопрошает автор статьи. Бывший директор Катунской ГЭС Ю.И. Тошпоков хорошо знает район строительства, поэтому он утверждает, что можно недорого построить объездную дорогу и обустроить площадку под завоз стройматериалов, технику и т.д. Место под это есть в стороне от села, но разработчики проекта почему-то это не учитывают.

## Заключение

В ходе исследования были проанализированы источники информации, заключения экологических экспертиз учёных Сибирского государственного технологического университета, а также ученых Академии наук СО РАН. Выявлены определенные закономерности экологических экспертиз советских ученых с сегодняшним состоянием окружающей среды в зоне гидроэлектростанции:

- Специфика условий этого региона заключается в том, что здесь сложным образом взаимодействуют с одной стороны менее континентальный климат Западной Сибири, с другой резко континентальный климат бассейна Лены и северо-востока Сибири. В результате этого именно здесь происходит смена типов зональности с образованием особого переходного среднесибирского типа, отличающегося редуцированностью собственно таежных черт и отсутствием собственно таежных черт и отсутствием самых типичных представителей природного комплекса.
- Согласно районированию Средней Сибири территория района строительства Богучанской гидроэлектростанции расположена в Ангарской провинции сосновых лесов.
- Ландшафтные особенности бассейна Ангары таковы, что наиболее продуктивные, наиболее богатые видами растительные и животные сообщества – это пойменные комплексы, сосредоточенные в прирусловых участках речных долин.
- В зону затопления попадает много пахотной земли, островов, покосов, деревень.
- Почти 150 островов, из них около 50 % - это острова достаточно большие по площади на которых расположены хорошие сенокосы, остальные острова средние и мелкие представляют собой ягодные и грибные угодья. А также множество речек, ручьев и все населенные пункты, насчитывается более 50

- Некоторые поселки уже сейчас ощущают дефицит воды. Все эти факторы: возрастание антропогенной нагрузки на природу, исчезновение многих видов животного и растительного мира, рост заболеваний, начинающийся дефицит воды – наводят на мысль, что район находится уже в ухудшающемся экологическом состоянии.

Были составлены и проанализированы графики и таблицы, сделаны соответствующие выводы по данным. Менее губительным для р. Ангара в данном случае считается запуск мини ГЭС которые не перегораживали бы реку полностью, а лишь частично у ее берегов тем самым не создавая больших водохранилищ и не нарушая экосистему района. Такие ГЭС не столь продуктивны и позволяют вырабатывать не более 100 квт, но в следствии большого объема реки и водотока можно расположить их большое количество.

## Список литературы

1. Асарин А.Е. Развитие гидроэнергетики России / А.Е.Асарин // Гидротехн. стр-во, 2003.- № 1.- С. 2-7.
2. Агапов С. В., Соколов С. Н., Тихомиров Д. И. Географический словарь. М.: Просвещение. 1968. – 253 с.
3. Алаев Э.Б. Экономико-географическая терминология. – М.: Мысль. – 1977. - 199с.
4. Алаев Э.Б. Социально-экономическая география: Понятийно-терминологический словарь. – М.: Мысль. – 1983. – 350с.
5. Беляев Л.С. Интеграция электроэнергетики восточных районов России и стран Северо-восточной Азии / Л.С. Беляев, Е.Д. Волкова, Н.И. Воропай и др. // Регион: экономика и социология, 2002. - №31. – С.4.
6. Безруков Л. О проблемах связанных с Богучанской ГЭС. Плотина//Красноярский рабочий. – 1992. – 29 февраля.- 8 с.
7. Большой атлас России / Авт.-сост. Г.В.Борисова, И.О.Гавритухин, Е.В. Корниенко и др. М.: Дизайн. Информация. Картография; Астрель; АСТ, 2005. – 399с.
8. Байгаласов.Л. "Истоки" (природоохранное приложение к газете "Уймонские вести"), №11, 26 февраля 2005 г.
9. Васильев Ю.С. Состояние и перспективы развития гидроэнергетики России / Ю.С. Васильев // Известия Акад. Наук. Энергетика, 2003.- № 1.- С. 50-57.
10. Волошин В. П. Охрана морской среды. – Л.: Наука. – 1987. – 124с.
11. Власова Т.В. Физическая география материков (с прилегающими частями океанов). Евразия. Африка. Учебник для студентов географических специальностей пед. ин-тов. М.: Просвещение, 1975. – 464 с.
12. Воскресенский С.С. Геоморфология СССР. – М: изд-во Высшая школа, 1968. – 368
13. Географический энциклопедический словарь. Понятия и термины / Гл. ред. А.Ф. Трешников. - М.: Сов. энцикл., 1988. - 432 с.



14. Географический энциклопедический словарь. М. – 1960.  
97. География: Основные термины / Пер. с англ. Е.С. Повалишниковой. – М.: ООО «Издательство АСТ»: ООО «Издательство Астрель», 2004. – 335 с. – (Миниэнциклопедия)
15. Гладкий, Ю.Н. Экономическая и социальная география России. В 2-х т.Т. Экономическая и социальная география России: Учебник для студ. высш. учеб. заведений / Ю.Н. Гладкий. - М.: ИЦ Академия, 2013. - 368 с.
16. Герасимова М.И. География почв России: Учебник. М.: Изд-во МГУ, 2007. – 312с.
17. Гладкий, Ю.Н. Общая экономическая и социальная география: Учебник для студентов учреждений высшего педагогического профессионального образования / Ю.Н. Гладкий, В.Д. Сухоруков. - М.: ИЦ Академия, 2013. - 384 с.
18. Голубчик, М.М. Экономическая и социальная география: Основы науки: Учебник / М.М. Голубчик, Э.Л. Файбусович, А.М. Носонов, С.В. Макар.. - М.: ВЛАДОС, 2004. - 400 с.
19. География России: Энциклопедический словарь / Гл. ред. А.П. Горкин. – М.: Научное издательство «Большая Российская энциклопедия». – 1998. – 800с.
20. Джонстон Р. Д. География и географы. М.: Прогресс. 1987.
21. Добровольский В.В. География почв. М.: Просвещение. – 1978.
22. Добровольский Г.В., Гришина Л.А. Охрана почв. – М.: Изд-во МГУ. – 1985.
23. Добровольский А. Д. Мировой океан. – М.: 1970. – 74с.
24. Давыдова М.И., Раковская Э.М. Физическая география СССР. Учебное пособие для студентов пед. ин-тов.: В 2 ч. М.: Просвещение. 1989. - Ч.1. – 240 с.; – 1990. – Ч.2. – 304с.
25. Добровольский А. Д., Залогин Б. С. Моря СССР. – М.: МГУ. – 1982.(1985.) – 192 с.
26. Доронин Ю. П. Региональная океанология. М. – 1976.

27. Жучкова В.С., Раковская Э.М. Методы комплексных физико-географических исследований. М.: Академия, 2004. - 368с.
28. Заключение иностранных участников независимой экологической общественной экспертизы Богучанской ГЭС: Рекомендации для комиссии по общественной экспертизе. / Д. Мартин, Д.Л. Вегнер, Ф. Вильямс, А. Ольферд. – Иркутск, 2002.
29. Зыков В. Зона затопления БоГЭС/ Красноярские профсоюзы. – 1999. - №3 (январь). – 2 с.
30. Иванов И. Н. Гидроэнергетика Ангары и природная среда / АН СССР. Сибирское отделение; Байкальский экологический музей; Под ред. Г.И. Галазий.- Новосибирск: Наука, 1991.- 128 с.
31. Исаченко А. Г. Теоретические вопросы классификации озер. Санкт – Петербург: Наука. – 1993.
32. Козлов И. Надо думать о последствиях/ Ангарская правда. – 2006. – 2 декабря. – 6 с.
33. Кузнецов Г. Об экологической экспертизе Богучанской ГЭС/Ангарская правда.- 1994. – 24 марта. – 4 с.
34. Корытный Л.М., Безруков,Л.А. Турушина,Л.А. Экологические и социально-экономические последствия создания водохранилища Богучанской ГЭС.-В кн. Современные проблемы, исследования водохранилищ. Материалы Всероссийской научно практической конференции (24-26 мая 2005 г.) .Пермь, 2005.
35. Лавриненко И. Красноярские ученые оценили воздействие Богучанской ГЭС на окружающую среду / Комсомольская правда. – 2008. - №116. – 8 с.
36. Любушкина С.Г., Пашканг К.В. Естествознание: Землеведение и краеведение: Учебное пособие для студентов пед вузов. – М: Гуманитар. изд. центр ВЛАДОС, 2002. – 456 с.
37. Миронов Г. Старые проблемы нового моря/ Наш край. 2012 – 22 марта. – 4с.

38. Максаковский В. П. Географическая культура: учебное пособие для студентов вузов / В. П. Максаковский. – М.: Гуманит. изд. центр ВЛАДОС. – 1998. – 416 с.
39. Миронов Г. Ложное ложе/ Красноярский рабочий. – 2010. – 12 января.- 5 с.
40. Мильков Ф.Н. Рукотворные ландшафты. – М. – 1978.
41. Николаев В.А., Копыл И.В., Сысуев В.В. Природно-антропогенные ландшафты (сельскохозяйственные и лесохозяйственные): учебное пособие. М.: Изд-во МГУ, 2008. – 160с.
42. Охрана ландшафтов: Толковый словарь. – М.: Изд-во Прогресс. 1982. – 272 с.
43. Протасов В.Ф., Молчанов А.В. Словарь экологических терминов и понятий. – М.: Финансы и статистика. – 1997. – 160с.
44. Подобедов Н. С. Физическая география. Геоморфология.- Ч.2. – М.: Изд-во геодезической литературы, 1954. – 264 с.
45. Популярная энциклопедия океана. – С.- Петербург. – 1997. – 320 с.
46. Природно-сельскохозяйственное районирование и использование земельного фонда СССР. – М.: Колос. – 1983.
47. Реки и озера Советского Союза / Под ред. Доманицкого А. П. – М.: Гидрометеиздат. – 1971.
48. Ресурсы поверхностных вод Иртыша и Оби. - Т. 15. - Вып. 3. - Геометеиздат. - 1973.
49. Россолимо Л. Л. Очерки по географии внутренних вод СССР. – М.: Учпедгиз. – 1954.
50. Родзевич Н. Н. Геоэкология и природопользование: Учеб. для вузов / Н.Н. Родзевич. – М.: Дрофа, 2003. – 256 с.
51. Родзевич Н. Н., Пашканг К. В. Охрана и преобразование природы: Учеб. пособие для студ. геогр. спец. Пед. ин-тов. М.: Просвещение, 1986. – 288 с.
52. Савельев В.А. Современные проблемы и будущее гидроэнергетики Сибири / В.А.Савельев. - Новосибирск: Наука, 2000. - 200 с.
53. Сочава В. Б. Введение в учение о геосистемах. Новосибирск. – 1978.

54. Смолин В. Мы должны знать, что теряем/ «Ангарская правда»/25 мая 2007. – 3с.
55. Словарь географических терминов и понятий / Под ред. Парначёва В.П. Томск: Изд-во ИПФ ТПУ. 1999. 80 с.
56. Стрижова Т.А, Егорова Л.И. Гидрохимическая характеристика р. Ангары и ее притоков в зоне Богучанского водохранилища в период летне-осенней межени.-в кн.: Водные ресурсы Байкала и Ангары. Иркутск 1983г.
57. Турушина Л.А. Структура землепользования Нижнего Приангарья при различных вариантах гидроэнергетического строительства. Ж. «География и природные ресурсы», «Наука», Новосибирск, №1,1996.
58. Черезова М. Зона затопления – территория ответственности/ Аргументы и факты на Енисее. – 2008. - №16. – 10 с.
59. Шубаев Л. П. Воды суши. М.: Высшая школа. 1961

Электронные ресурсы:

60. Алексеевич Т. Богучанская ГЭС - новое мёртвое море? [Электронный ресурс] - Режим доступа: [krasnoyarsk.biz/news/2006/01/23/boges](http://krasnoyarsk.biz/news/2006/01/23/boges), свободный
61. Богучанская ГЭС: история и перспективы развития / Официальный сайт Богучанской ГЭС. [Электронный ресурс] - Режим доступа: boges, свободный
62. Малышкина Е. Строительство Богучанской ГЭС. Актуальные темы. / Государственный интернет-канал «Россия». // Иркутская КГТРК. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: [kgtrk/index.shtml?news=1514](http://kgtrk/index.shtml?news=1514), свободный
63. [http://www.narodsevera.ru/krasn/hist/interest?news\\_id=153](http://www.narodsevera.ru/krasn/hist/interest?news_id=153)
64. <http://sweet211.ru/more/303271/>
65. <http://www.rae.ru/monographs/>
66. [www.wikipedia.com](http://www.wikipedia.com)
67. <http://plotina.net>
68. [www.ecologytarget.ru](http://www.ecologytarget.ru)
69. <https://www.monographies.ru>

70. <http://worlds.ru>

71. <http://www.encarta.com/>