

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
САЯНО-ШУШЕНСКИЙ ФИЛИАЛ

Кафедра «Гидроэнергетики, гидроэлектростанций, электроэнергетических
систем и электрических сетей»

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой

_____ И.Ю. Погоняйченко
« ____ » _____ 2018 г.

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

**Природоохранные мероприятия
при строительстве и эксплуатации ГЭС**

13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

13.04.02.06 Гидроэлектростанции

Научный руководитель _____
подпись, дата должность, учёная степень фамилия, инициалы

Выпускник _____
подпись, дата И. Е. Кладько
фамилия, инициалы

Нормоконтролер _____
подпись, дата А.А. Чабанова
фамилия, инициалы

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1 Обзор и анализ научно-технической литературы по проблемам строительства и эксплуатации ГЭС и их влияния на окружающую среду.....	7
1.1 Оценка гидроэнергетического потенциала России и Северного Кавказа...	7
1.2 Проведение инженерных изысканий. Влияние климатических, геологических и гидрологических условий на строительство и эксплуатацию ГЭС	11
1.3 Проблемы строительства ГЭС в России и на Северном Кавказе. Преимущества и недостатки ГЭС.....	17
1.4 Природоохранные проблемы при проектировании и строительстве ГЭС	20
1.5 Основные выводы по 1 разделу и задачи исследований.....	23
2 Перспективы развития и повышение безопасности строительства и эксплуатации ГЭС	25
2.1 Развитие гидроэнергетического строительства в России и на Северном Кавказе.....	25
2.2 Перспективы развития гидроэнергетики в КБР.....	35
2.3 Анализ динамики потребления электроэнергии в России.....	38
2.4 Санитарные правила проектирования, строительства и эксплуатации ГЭС	43
2.5 Вопросы надежности, безопасности и безаварийной работы сооружений и оборудования ГЭС	45
2.6 Основные выводы по 2 разделу	48
3 Анализ природоохранных проблем гидроэнергетики и пути их решения, оценка экологической безопасности ГЭС	49
3.1 Проблемы влияния гидроэнергетики на окружающую среду и пути их решения	49
3.2 Анализ и оценка влияния на окружающую среду сооружений и оборудования ГЭС	52

3.3 Оценка влияния объектов ГЭС на водные и биологические ресурсы и анализ рыбоохранных мероприятий на участках их расположения.....	56
3.4 Защитно-регуляционные, противопаводковые и противоселевые мероприятия на горных реках при строительстве ГЭС	59
3.5 Выводы по 3 разделу.....	62
4 Проблемы наносного режима водохранилищных гидроузлов, эксплуатируемых ГЭС и анализ их влияния на природную среду	63
4.1 Экологический мониторинг состояний водозаборных и водохранилищных гидроузлов ГЭС, построенных на горных участках рек..	63
4.1.1 Проблемы борьбы с наносами на горных участках рек.....	63
4.1.2 Опыт борьбы с наносами в водохранилищных гидроузлах	66
4.1.3 Анализ и оценка функционирования водохранилищного гидроузла Кашхатау ГЭС	67
4.2 Исследование и оценка влияния твердого стока горных рек на их экологическое состояние и на надежность работы сооружений ГЭС.....	70
4.3 Анализ и оценка эффективности работ песколовок и отстойников в составе гидроузлов.....	74
4.4. Определение и анализ ущерба от сооружений и оборудования ГЭС водным биоресурсам.....	77
4.5. Выводы по разделу 4.....	81
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	84

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность. Во многих странах мира и Европы гидроэнергетика развивается активно с высокими темпами. И в нашей стране гидроэнергетический потенциал огромен, в настоящее время освоен менее 50% имеющего потенциала.

В России за последние 10 – 15 лет интенсивность строительства ГЭС резко выросла (в 2 и более раза), а на Северном Кавказе более чем в 4 раза. В связи с этим проблемы строительства и эксплуатации ГЭС стали актуальными. В гидроэнергетический комплекс России входят 102 гидроэлектростанции мощностью более 100 МВт. При этом основной гидроэнергетический потенциал страны сосредоточен в Восточной Сибири (35%) и на Дальнем Востоке (30%). Здесь в большей степени развивается строительство крупных станций. При этом большие ГЭС оказывают определенное влияние на окружающую среду, что проявляется в затоплении части территорий и негативном влиянии на водные биоресурсы.

В то же время гидроэнергетика является относительно экологически безопасной, поэтому в европейской части страны в основном развивается строительство средних и малых ГЭС, преимущественно в регионах Северного Кавказа.

Существующие методы мониторинга и наблюдения за строительством и эксплуатацией ГЭС нуждаются в развитии и адаптации к конкретным условиям рек, где паводковые и селевые процессы интенсивно развиваются и оказывают негативное влияние на режим работы ГЭС и на социально-экономическую среду. Применяемые в настоящее время природоохранные мероприятия при строительстве и эксплуатации ГЭС требуют совершенствования и научно-технического обоснования с учетом сложившихся эколого-экономических и природно-хозяйственных условий на территории их расположения.

Предмет исследования

Предметом исследования являются природоохранные мероприятия и методы экологического мониторинга, используемые при строительстве и эксплуатации ГЭС. Работа выполнена в соответствии с планом научных исследований кафедры «Гидроэнергетики, гидроэлектростанций, электроэнергетических систем и электрических сетей».

Цель работы заключалась в анализе проблем строительстве и эксплуатации ГЭС и в исследовании применяемых при этом природоохранных мероприятий, а также обосновании необходимости их совершенствования

Задачи исследований:

- изучить проблемы использования гидроэнергетического потенциала России и Северного Кавказа;
- исследовать проблемы влияния строительства и эксплуатации ГЭС на окружающую среду;
- сделать анализ перспективы развития гидроэнергетики в России и на Северном Кавказе;
- обосновать эффективность и экологическую безопасность ГЭС в условиях горных рек;
- исследовать влияние сооружений и оборудования ГЭС на водные биоресурсы рек;
- сделать анализ проблем наносного режима участков горных рек и водохранилищных гидроузлов, и их влияния на природную среду;
- сделать обоснование необходимости совершенствования природоохранных мероприятий при строительстве и эксплуатации ГЭС.

Научная новизна работы состоит в следующем:

- исследованы проблемы использования гидроэнергетического потенциала и перспективы развития гидроэнергетики до 2030 г. в России и в регионах Северного Кавказа;

- получены основные характеристики влияния строительства и эксплуатации ГЭС на окружающую среду и необходимых при этом природоохранных мероприятий для условий горных участков рек.

Практическая ценность диссертационной работы состоит в следующем:

- приведены с необходимым обоснованием позитивные результаты влияния ГЭС на социально-экономическую среду и на развитие промышленности регионов;

- даны практические рекомендации по используемым природоохранным мероприятиям и повышению эффективности работы сооружений ГЭС в условиях горных зон.

Методика исследований

Решение поставленных задач осуществлено на основе аналитических методов исследований опыта строительства и эксплуатации ГЭС в горных зонах и применяемых при этом природоохранных мероприятий, а также - анализа результатов ранее проведенных эксплуатационных исследований на сооружениях ГЭС р. Черек и других.

Структура и объем работы

Диссертационная работа состоит из введения, 4 глав, заключения и списка литературы из 33 наименований, содержит 10 рисунков и 12 таблиц.

1 Обзор и анализ научно-технической литературы по проблемам строительства и эксплуатации ГЭС и их влияния на окружающую среду

1.1 Оценка гидроэнергетического потенциала России и Северного Кавказа

Россия владеет огромным гидроэнергетическим потенциалом, что определяет широкие возможности развития гидроэнергетики. В бассейнах ее гидрографической сети сосредоточено около 9% мировых запасов гидроэнергии. По обладанию ресурсами гидроэнергетики Россия (табл. 1.1) занимает второе место в мире, после Китайской Народной Республики, опережая США, Бразилию и Канаду.

Несмотря на сохраняющуюся важную роль гидроэнергетики в ТЭК России, современное ее состояние нельзя назвать благополучным. Итоги последнего десятилетия свидетельствуют о нарастающей опасности утраты гидроэнергетикой ее стратегического значения на национальном уровне. В странах, располагающих достаточными гидроресурсами, интенсивное гидростроительство продолжается. В итоге по производству гидроэнергии наша страна переместилась с третьего на пятое место в мире, уступая Канаде, Китаю, Бразилии и США.

В гидроэнергетическом потенциале России заложены большие резервы электроэнергетического баланса страны. Степень использования данного потенциала на сегодняшний день очень неравномерна: наиболее высок этот показатель в европейской части страны – 46,6 %, в Сибири он близок к среднему – 19,7 %, а на Востоке России составляет лишь 3,3 %.

По степени освоения гидроэнергетических ресурсов, к сожалению, Россия значительно отстает от других стран по уровню их освоения. Например, в США и Канаде гидроресурсы освоены на 50–55 %, в европейских странах и Японии – на 60–80 %. Гидроэлектростанции, используя непрерывно возобновляющиеся

энергетические ресурсы рек, являются высокорентабель-ными и долговечными источниками электроснабжения для экономики и промышленности.

Таблица 1.1 - Гидроэнергетический потенциал Российской Федерации

Федеральный округ	Гидроэнергетический потенциал			
	Теоретический, ТВт.ч	Технический, ТВт.ч	Экономический	
			ТВт.ч	Доля от технического, %
Северо-Западный	98,9	54,9	43,0	78
Центральный	16,9	8,4	6,0	71
Поволжский и Уральский	170,0	112,5	88,0	78
Северо-Кавказский Южный	107,7	53,4	25,0	47
Итого по европейской части	393,5	229,2	162,0	70,1
Сибирский, в т.ч.	992,5	756,5	396,0	52
Западная Сибирь	144,0	92,9	46,0	50
Восточная Сибирь	848,5	663,6	350,0	53
Дальневосточный	1008,4	684,1	294,0	43
Итого Сибирь и Дальний Восток	2000,9	1440,6	690,0	47,9
Всего по России	2394,4	1669,8	852,0	51

Потенциальные гидроэнергетические ресурсы крупных и средних рек России достигают до 2100 млрд. кВт.ч годовой выработки электрической энергии, а экономически оправданные гидроэнергетические ресурсы составляют менее 1095 млрд.кВт.ч. Гидроэлектрические станции обеспечивают около 15% необходимой потребности [2]. Большим неосвоенным гидроэнергетическим потенциалом владеют и высокогорные реки Северного Кавказа.

Гидрографическая сеть регионов Северного Кавказа обладает большим потенциалом гидроэнергетических ресурсов, которые активно осваиваются в последние годы. На горных участках рек идет интенсивное строительство ГЭС [12, 13]. При этом сооружения гидроузлов в республиках позволяют привлечь часть незанятого населения в сферу производства как непосредственно в строительстве, так и в обслуживании эксплуатации ГЭС (коммунально-бытовые услуги, снабжение, транспорт, общепит и т.д.) и в дальнейшем способствует уменьшению безработицы. Социальный аспект проектов ГЭС заключается в расширении занятости населения при строительстве и эксплуатации ГЭС. После завершения их строительства – в увеличении рабочих мест на предприятиях развивающейся конкурентоспособной и экспортно-ориентированной местной промышленности, и транспортной инфраструктуры.

Основные характеристики и параметры гидроэнергетических ресурсов регионов Северного Кавказа приведены в таблицах 1.2.

Таблица 1.2 - Основные характеристики ГЭС республик Северного Кавказа

Наименование	Установленная мощность ГЭС, МВт	Средне-многолетняя выработка электроэнергии ГЭС, млн. кВтч	Экономия топлива на ТЭС ОЭС Юга, млн. т.у.т. в год	Сокращение выбросов парниковых газов, млн. т в год	Доля выработки электроэнергии ГЭС, включенных в СТП, в электропотреблении (2030 г), %
Республика Дагестан	1898	6547	2,0	3,9	70
Республика Ингушетия	119	369	0,1	0,2	51
Кабардино-Балкарская Республика	868	2752	0,8	1,7	110

Продолжение таблицы 1.2

Наименование	Установленная мощность ГЭС, МВт	Средне-многолетняя выработка электроэнергии ГЭС, млн. кВтч	Экономия топлива на ТЭС ОЭС Юга, млн. т.у.т. в год	Сокращение выбросов парниковых газов, млн. т в год	Доля выработки электроэнергии ГЭС, включенных в СТП, в электропотреблении (2030 г), %
Карачаево-Черкесская Республика	472	1411	0,4	0,8	67
Республика Северная Осетия-Алания	397	1350	0,4	0,8	36
Чеченская Республика	249	752	0,2	0,5	23
Краснодарский край	146	486	0,1	0,3	2
Республика Адыгея	115	573	0,2	0,3	2

Оценка гидроэнергетического потенциала КБР

Гидроэнергетический (валовый) потенциал рек Кабардино-Балкарии составляет 12,5 млрд. кВтч (в том числе малые реки - 2,8 млрд. кВтч), технический - 5,2 млрд. кВтч (в том числе малые реки - 0,5 млрд. кВтч), экономический - 3,2 млрд. кВтч (в том числе малые реки - 0,35 млрд. кВтч).

Выполненные предварительные проработки показали, что на реках Баксан, Черек Балкарский, Черек Безенгийский, Малка и др. возможно строительство до 15 новых ГЭС суммарной установленной мощностью 900 -1000 МВт, гарантированной-порядка 200 МВт (100 МВт без сезонного регулирования), со среднемноголетней выработкой электроэнергии 4,0-4,2 млрд. кВтч.

Единообразие природных и хозяйственных условий, ориентация ГЭС на работу в ОЭС Северного Кавказа, создают предпосылки для общего подхода к проектированию каскадов ГЭС в Кабардино-Балкарской Республике.

На территории республики в настоящее время работают 7 гидроэлектростанций суммарной установленной мощностью 188,1 МВт и две блок-станции при промышленных предприятиях. В настоящее время завершается строительство Верхне-Балкарской малой ГЭС установленной мощностью более 10 МВт.

Особенности рельефа речных долин, большие продольные уклоны определили целесообразность сооружения деривационных ГЭС. При этом большинство водозаборных гидроузлов рассматривается при работе по водотоку, с осуществлением лишь суточного регулирования стока, для чего в створе головных узлов предусмотрено устройство бассейнов суточного регулирования. Как правило, основная часть гидроузлов имеет весьма малые расходы в зимний период времени и, как следствие, малые гарантированные мощности, в связи с чем за 3-4 месяца паводкового периода вырабатывается больше электроэнергии по сравнению с остальным периодом (8-9 мес.) работы ГЭС. Большинство построенных ГЭС рассчитаны на сезонный режим работы (пиковый) [14].

1.2 Проведение инженерных изысканий. Влияние климатических, геологических и гидрологических условий на строительство и эксплуатацию ГЭС

В состав инженерных изысканий для гидроэнергетического строительства входят основные их виды: инженерно-сейсмологические, инженерно-геодезические, инженерно-геологические, инженерно-гидро-метеорологические и инженерно-экологические изыскания.

При проектировании ГЭС в первую очередь составляется программа инженерных изысканий, которая является внутренним документом

исполнителя работ. При этом программа полностью должна соответствовать выданному техническому заданию, содержать основные требования к выполняемым работам, не противоречащие правилам СП 47.13330.2012.

Инженерно-геодезические изыскания при составлении схем территориального планирования объектов гидроэнергетики выполняются для проектного обоснования возможности использования стока рек с соблюдением требований охраны окружающей среды, а также возможности создания водохранилищ на участках рек, размеров и структуры затоплений с выявлением площадок для первоочередного строительства гидроузлов и обоснования границ зон планируемого размещения объектов гидроэнергетического строительства федерального или регионального значения, согласно Постановлению Правительства Российской Федерации от 23.03.2008 г. № 198 и Постановлению Правительства Российской Федерации от 20.06.2006 г. № 384. Исходными материалами для проектного обоснования схем территориального планирования объектов гидроэнергетики служат картографические, топографические, аэрофотосъемочные материалы, космические снимки, продольный профиль реки на исследуемом участке, профили местности по вариантам створов напорных сооружений.

На плане участка рек, намечаемый для проектирования ГЭС, создается планово-высотная геодезическая основа топографических съемок, опорная плановая геодезическая сеть сгущения в виде пунктов с классом точности 1 и 2 разрядов и высотная опорная сеть с реперами нивелирования IV класса, обеспечивающие возможность производства инженерно-геодезических изысканий на стадии строительства.

На участках рек, где наблюдаются развитие опасных природных и техноприродных процессов (склоновые процессы – оползни, осыпи, карсто-вые явления, тектонические нарушения, переработка берегов рек, озер и водохранилищ и др.) по заданиям геологической службы выполняются режимные геодезические наблюдения в основном классическими геодезическими методами за плановыми и высотными подвижками земной

поверхности в целях определения количественных характеристик движения, оценки и прогноза развития неблагоприятных процессов. Организуется наблюдения точек стационарной гидрогеологической сети. Задачи геодезического мониторинга при изучении динамики склоновых процессов сводятся к определению следующих характеристик:

- величин и скорости подвижек склона;
- границ поверхности активной части оползневого участка;
- характера и величин подвижек оползня на разных глубинах, определения нижней глубины оползня;
- периодичность и точность подвижек склонов; - необходимость определения подвижек грунта на разной глубине [3,27].

Периодичность и точность определения склоновых процессов на гидроэнергетических объектах зависит от очень многих факторов. Поэтому приводятся примерные значения точности и периодичности, которые уточняются на каждом объекте геологом, оценивающим состояние склона. Дополнительно выполняются специальные виды мониторинга: осуществляются режимные наблюдения за подвижками оползневых участков склонов, за деформацией участков поверхности с тектоническими нарушениями, за состоянием обвалоопасных участков, наблюдения точек стационарной гидрогеологической сети. Организуется система мониторинга развития опасных природных и техноприродных процессов, которые могут быть спровоцированы строительными работами (деформация дна котлованов, стен камер шлюзов и крупных подземных выработок, подвижки грунтов в откосах в береговых примыканиях и строительных выработках и др.).

Инженерно-геологические изыскания направлены на комплексное изучение участка реки, где намечено проектом строительство гидроузла с включением водохранилищ, на изучения геоморфологических, грунтовых и гидрогеологических условий, а также состав, состояние, физико-механические характеристики и свойства грунтов.

Техническое задание на выполнение инженерных изысканий (гидрометеорологических) определяет задачи и виды изысканий, а также состав необходимых для их решения гидрометеорологических материалов. Техническое задание должно включать характеристику проектируемых сооружений, данные о стадийности, сроках проектирования и строительства, сведения о выполненных ранее изысканиях на участке реки, где проектируются гидротехнические сооружения.

Русловые процессы и опасные гидрометеорологические явления. В паводковые периоды интенсивно исследуются русловые эрозионные процессы (глубинные и боковые), проводят наблюдения за паводковыми режимами рек, изучают скоростной и наносные режимы. К гидрометеорологическим опасным явлениям относятся атмосферные явления, которые действуют продолжительное время и представляют угрозу безопасности людей, а также могут нанести большой ущерб хозяйственным отраслям.

На территории Российской Федерации, обладающей чрезвычайно большим разнообразием климатических условий, встречаются более 30 видов опасных гидрометеорологических явлений, за которыми Росгидромет ведет регулярные наблюдения с целью их обнаружения и прогнозирования. К ним относятся те явления, интенсивность которых превышает критические значения, установленные для данного района или сезона.

Из перечисленных опасных гидрометеорологических явлений наиболее характерными и опасными для горных участков рек являются ливневые дожди и паводки рек, приводящие к глубинным и боковым размывам и фильтрационным деформациям грунтов оснований сооружений и прибрежных дамб. Эти паводковые гидродинамические явления приводят к развитию интенсивных эрозионных процессов, размывам русла, гидродинамическим нагрузкам на сооружения, возникновению фильтрационных ям размыва под сооружениями и креплениями [20].

Таблица 1.3 - Перечень опасных метеорологических явлений для территорий рек горных зон

Наименование	Характеристики и критерии или определение
Очень сильный ветер	Ветер при достижении скорости при порывах не менее 25 м/с или средней скорости не менее 20 м/с
Ураганный ветер (ураган)	Ветер при достижении скорости 30 м/с и более
Сильный ливень в водосборной зоне, сильный ливневый паводок в реке	Сильный ливневый дождь, приводящий к образованию максимального паводкового расхода до 100 м ³ /с и более
Очень сильный дождь (очень сильный дождь со снегом, очень сильный мокрый снег, очень сильный снег с дождем)	Выпавший дождь, ливневый дождь, дождь со снегом, мокрый снег с количеством не менее 50 мм, за период времени не более 12 ч.
Крупный град	Град диаметром 20 мм и более
Сильная метель	Перенос снега с подстилающей поверхности (часто сопровождаемый выпадением снега из облаков) сильным (со средней скоростью не менее 15 м/с) ветром и с метеорологической дальностью видимости не более 500 м продолжительностью не менее 12 ч
Сильный мороз	В период с декабря по февраль в течение 3 дней и более значение минимальной температуры воздуха в районе минус 30 °С и ниже
Сильная жара	В период с июня по август значение максимальной температуры воздуха достигает плюс 35 °С и выше в течение 3 суток и более
Аномально жаркая погода	Максимальная температура воздуха – плюс 30°С и выше в течение 5 суток и более

Инженерно-гидрометеорологические изыскания выполняют в три этапа:

Подготовительный этап. Сбор, изучение и обобщение данных о климатических и гидрологических условиях района изысканий, изучение и анализ имеющейся технической документации и материалов изысканий, а также научных исследований прошлых лет.

Полевые работы. В период полевых работ производится рекогносцировочное обследование участка изысканий, разбивка и нивелирование гидрологических поперечников, определение, измерение уровней и расходов воды на исследуемых участках (поперечниках).

Проведенные гидрологические измерения и расчеты оформляются в виде отчетов, графических и текстовых [21].

Камеральные работы. В результате камеральной обработки полевых материалов, выполняются гидрологические расчеты в соответствии с СП 33-101-2003 и многолетними данными, приведенными в приложениях, с учетом материалов полевых работ и ранее выполненных изысканий и исследований, составляется технический отчет.

Инженерно-экологические изыскания выполняются для экологического обоснования строительства с целью предотвращения, снижения или ликвидации неблагоприятных экологических и связанных с ними социальных, экономических последствий и сохранения оптимальных условий жизни населения [23].

Инженерно-экологические изыскания, являясь самостоятельным видом комплексных инженерных изысканий для гидроэнергетического строительства, как правило, выполняются в увязке с другими видами изысканий, либо самостоятельно в соответствии с техническим заданием заказчика и составленной на этом основании программой работ.

От других видов инженерных изысканий для объектов гидроэнергетического строительства инженерно-экологические изыскания отличаются широтой изучаемых проблем и их очередностью. При этом основной целью изысканий является разработка раздела «Оценка воздействия на окружающую среду (ОВОС) строительства и эксплуатации проектируемого объекта».

При проектировании и строительстве объектов ГЭС на различных участках рек их сметная стоимость зависит в значительной степени от инженерно-геологических и гидрологических условий рек. Режим и безопасность работ

ГЭС напрямую зависит от паводковых и гидродинамических условий и нагрузок потоков воды. Эффективность работы водохранилищных и водозаборных гидроузлов также зависят от паводковых и наносных режимов рек. Эффективность работы ГЭС и количество вырабатываемой электрической энергии полностью зависит от расходов и водообеспеченности реки.

1.3 Проблемы строительства ГЭС в России и на Северном Кавказе. Преимущества и недостатки ГЭС

В России за последние 15-20 лет интенсивность строительства ГЭС резко выросла (в 2 и более раза), а на Северном Кавказе более чем в 4 раза. В связи с этим для нашей страны проблемы строительства ГЭС стали актуальными.

Считается, что малая и средняя гидроэнергетика является альтернативой централизованному энергоснабжению для удаленных и труднодоступных районов. При этом по сравнению с другими видами энергетики является экологически безопасным.

Источниками энергии для регионов являются малые и средние реки, озера, водохранилища, естественные напоры и перепады высот на водотоках и водосбросах.

Преимущество ГЭС заключается в коротком сроке их окупаемости и (относительно) незначительном воздействии на окружающую среду. При этом вода не теряет первоначальных природных свойств и может использоваться для водоснабжения населения.

Недостатки – зависимость количества вырабатываемой электрической энергии от паводкового и меженного режимов рек, а также потребность строительства больших регулируемых водохранилищ.

По мнению ученых и специалистов малая гидроэнергетика выполняет социальную и экологическую роли. Так, все, что за Уралом и далее за Восточной Сибирью – это автономная энергетика, которая обеспечивает ресурсами до 30 млн. человек.

Проектировать ГЭС возможно везде (где есть гидроэнергетические ресурсы) – и, что самое важное, – наличие рек с достаточными расходами воды и уклонами русел.

Срок окупаемости гидроэлектростанций составляет 8-10 лет в централизованной системе при удельных капиталовложениях (\$1500 за 1 КВт), в автономной энергосистеме: 3-5 лет (\$2000 за 1 КВт). Стоимость оборудования гидроэнергетического для малых ГЭС в России: \$300-1200 за 1кВт, за рубежом: \$1500-1800 за 1кВт.

Следовательно, главные проблемы развития гидростроительства в России – это относительно большие удельные затраты при возведении объектов и отсутствие необходимой господдержки для этого энергетического сектора. Однако, все же есть примеры окупаемости отдельных проектов: восстановление ранее заброшенных малых ГЭС, пристройка ГЭС к существующим водохранилищам неэнергетического назначения, а также строительство малых ГЭС на горных участках рек [23].

У гидроэнергетики - большие перспективы.

Гидроэнергетические мощности вносят ощутимый вклад в обеспечение системной надежности и в конечном итоге надежной работы всей Единой электроэнергетической системы страны. Проблема состоит в том, что необходимо резко активизировать все то, что связано с техническим перевооружением и модернизацией в гидроэнергетике-очень важное событие, которое будет иметь реальное влияние на развитие событий в этой отрасли.

Среди социально-экономических и экологических преимуществ объектов гидроэнергетики можно назвать следующие. Их строительство повышает энергетическую безопасность региона, обеспечивает независимость от поставщиков топлива, находящихся в других регионах, экономит дефицитное органическое топливо. Возведение аналогичного энергетического объекта не требует больших капиталовложений, значительного количества энергоемких материалов строительных и трудовых затрат, сравнительно быстро окупается.

Кроме того, дает возможности для уменьшения себестоимости строительства за счет сертификации и унификации оборудования.

При выработке электроэнергии гидроэлектростанции не выделяют парниковых газов, не загрязняют продуктами горения и токсичными отходами окружающую среду, что соответствует требованиям Киотского протокола.

Опыт гидростроительства показывает, что сооружение ГЭС в большинстве случаев, особенно в отдаленных малоосвоенных и трудных для проживания населения районах, дает начальный импульс хозяйственному развитию и благоустройству территории и далее остается постоянно действующим фактором для региональной экономики. Новая энергетическая база не только способствует развитию местной промышленности, но и привлекает в регион крупных электроемких потребителей. В результате в реальном секторе производства создаются рабочие места, обеспечиваются более комфортные условия для населения (транспортные и прочие услуги, электрификация быта, наличие жилья и др.), возникает положительная динамика рабочей силы, растут налоговые поступления в региональные бюджеты.

Сооружение гидроузлов в республиках Северного Кавказа позволяет привлечь часть незанятого населения в сферу производства как непосредственно в строительство, так и в обслуживании строительства ГЭС. После завершения строительства ГЭС – в увеличении рабочих мест на предприятиях развивающейся конкурентоспособной и экспортно-ориентированной местной промышленности, и транспортной инфраструктуры. Увеличение поступлений в местный бюджет от налогов с новых предприятий будет способствовать созданию привлекательных и комфортных условий проживания населения с учетом рекреационного обустройства заселяемой территории и водохранилищ ГЭС. Опыт прошлого гидростроительства показывает, что крупных негативных изменений в природную среду гидроэнергетика не вносит. Влияние водохранилищ связано только с затоплением и подтоплением земель, переформированием берегов, изменением гидрологического режима рек и условий обитания растительного и животного

мира. В свою очередь создание водохранилищ позволяет снизить ущербы от катастрофических наводнений в сельскохозяйственном производстве и снять ущербы от затоплений населенных пунктов, дорог и линий связи. Наиболее значительно противопаводковый эффект гидроузлов проявляется на территориях Приморского и Хабаровского краев и Амурской области [1,3].

1.4 Природоохранные проблемы при проектировании и строительстве ГЭС

Согласно водоохранному и природоохранному законодательству Российской Федерации строительство гидроэлектростанций необходимо осуществлять на основе разработанных предварительно схем комплексного использования водных ресурсов речного бассейна, включающих природоохранные мероприятия и схемы энергетического использования водотока. Основные вопросы компоновки и расположения хозяйственных объектов и объемов их водопотребления должны быть согласованы и взаимоувязаны.

При проектировании и строительстве гидроузлов и водохранилищ (определении площади затопления) чрезвычайно необходимо сохранить русловые и пойменные земли, относящиеся к исходной базе естественного и культурного корм воспроизводства с одной стороны, а с другой – природным биохимическим барьером реки, так называемым фильтром–очистителем. Решение названных вопросов осуществляется технико–экономическим обоснованием (ТЭО) выбора участка расположения и створа ГЭС, защиты пойменных земель путем обвалования и посредством специальных (санитарных) выпусков ГЭС и гидроузлов [2,5].

По существу технологического процесса, гидроэлектростанции являются экологически чистыми источниками электроэнергии – не выбрасывают в водную среду и атмосферу загрязняющих веществ, не потребляют

атмосферного кислорода. Опыт прошлого гидростроительства показывает, что крупных негативных изменений в природную среду гидроэнергетика не вносит.

Вместе с тем, при проектировании, строительстве и эксплуатации ГЭС совершаются ряд ошибок, которые приводят к серьезным авариям и большим материальным затратам. Перечень совершенных ошибок при этом немал. Вот лишь несколько примеров, представляющих бедствия и экологические угрозы:

1. Новосибирская ГЭС отсекала большую часть нерестилищ, резко снизив промысловые уловы сибирского осетра (в 1999 году он занесен в Красную книгу России).

2. При строительстве Братской ГЭС в ложе водохранилища оставили строевую сосну, которая стала разлагаться, превратив водохранилище в мертвый водоем.

3. Сооружение на Енисее Красноярской и Саяно–Шушенской ГЭС привело к необратимым процессам: изменению микроклимата региона, нарушению водного и теплового баланса реки, созданию заторов льда во время ледохода по всей ширине реки.

4. Иркутская ГЭС построена в сейсмически активной зоне, катастрофическое разрушение ее плотины может привести к уничтожению ряда городов вдоль реки Ангары.

5. Многие города Сибири – Новосибирск, Красноярск, Иркутск и др. находятся ниже водохранилищ с высокими плотинами; природная или техногенная катастрофа могут привести к мощному наводнению и разрушениям;

6. Постройка на Волге каскада гидроэлектростанций, превратили ее во многих местах в загнивающие озера.

В нашей стране разработана значительная законодательная база по регулированию земельных и водных отношений, по охране окружающей среды, по защите от вредных воздействий атмосферного воздуха, поверхностных и подземных вод, объектов растительного и животного мира. Разработан

хозяйственный механизм выработки решений по созданию различных объектов хозяйственной деятельности с учетом их воздействия на окружающую среду.

Рассмотрим, как воздействуют объекты гидроэнергетические на природную среду, и какие меры необходимо принять для ее защиты.

Геологическая среда. Воздействие водохранилища на геологическую среду проявляется, главным образом, в виде волновой берегопереработки и развития подтопления на прилегающей территории. Эти процессы зависят от морфометрических особенностей долины водотока и свойств геологических пород, слагающих берега водохранилищ. После образования водохранилища возможна активизация отдельных геологических процессов, которые фиксировались на территории и до создания водохранилища. К таким процессам относятся оползни, обвалы, просадки.

В проектах ГЭС с водохранилищами современного поколения составляется прогноз их воздействия на геологическую среду. В рамках этого прогноза в зависимости от конкретных условий изучаются те или иные явления и их последствия, исследуется также возможное воздействие водохранилища на месторождения полезных ископаемых, расположенных в зоне его влияния. На основании таких прогнозов в проекте на базе технико-экономических расчетов принимаются решения о защите того или иного элемента геологической среды.

Земельные ресурсы и наземные экосистемы. При создании водохранилищ и ГЭС происходит изъятие земель в связи с затоплением, волновой переработкой берегов, размещением объектов, выносимых из зон воздействия водохранилищ, а также для размещения основных сооружений, поселков строителей, производственных баз, карьеров, инженерных коммуникаций для строительства и эксплуатации гидроузлов.

Снижение воздействия на ресурсы земельные осуществляется за счет деления участка реки на ступени энергетического использования. Создание каскада низконапорных гидроузлов, вместе одного высоконапорного гидроузла, позволяет значительно уменьшить площади затопления в несколько раз [9].

Животный мир. Воздействие гидроэнергетического объекта выражается в потере мест обитания за счет затопления и переработки берегов, изменении растительности в зоне подтопления, влиянии фактора беспокойства (коллектив строителей, карьеры, автодороги и т.п.). При проектировании водохранилища в специальном фаунистическом прогнозе определяются количественные показатели потерь животного мира, а также производится экономическая оценка этих потерь по специальным нормам.

Водные экосистемы. Под воздействием водохранилища и работы ГЭС происходят определенные изменения в водной экосистеме. Речная экосистема уступает место озерной на участке водохранилища, а в нижнем бьефе, хотя и остаются речные условия, но и они существенно изменяются за счет перерегулирования стока. Все это в сочетании с природными условиями, а также со сложившимися на водотоке видами водопользования и принятыми в проекте мероприятиями по подготовке зоны водохранилища, влияет в первую очередь на качество воды водохранилища и в нижнем бьефе. В современных проектах водохранилищ составляется прогноз качества воды, где учитываются русловые процессы водотока, влияние антропогенных источников загрязнения, а также внутриводоёмных процессов.

Социальные последствия. Воздействие объектов гидроэнергетического строительства на сложившуюся социальную обстановку района обусловлено необходимостью переселять людей из зон затопления, подтопления, размыва, неблагоприятных климатических или других условий, отрицательно сказывающихся на здоровье и жизнедеятельности населения.

1.5 Основные выводы по 1 разделу и задачи исследований

Обзор и анализ научно-технической литературы по проектированию и строительству ГЭС показал необходимость в совершенствовании и адаптации природоохранных мероприятий к конкретным условиям и особенностям компоновки сооружений и оборудования строящихся ГЭС.

Из проведенного анализа проблем строительства и эксплуатации ГЭС и их влияния на окружающую среду определены следующие **задачи исследований**:

- изучить проблемы использования гидроэнергетического потенциала России и Северного Кавказа;
- исследовать проблемы влияния строительства и эксплуатации ГЭС на водные биоресурсы рек и окружающую среду;
- сделать анализ перспективы развития гидроэнергетики в России и на Северном Кавказе;
- обосновать эффективность и экологическую безопасность ГЭС в условиях горных рек;
- провести анализ проблем наносного режима участков горных рек и водохранилищных гидроузлов, и их влияния на природную среду;
- сделать обоснование необходимости совершенствования природоохранных мероприятий при строительстве и эксплуатации ГЭС.

2 Перспективы развития и повышение безопасности строительства и эксплуатации ГЭС

2.1 Развитие гидроэнергетического строительства в России и на Северном Кавказе

В Российской Федерации разработана стратегия развития гидроэнергетики на период 2030 года. Темпы роста производства и внутреннего валового продукта согласно стратегии, составляют 5 – 6% в год при устойчивом росте не менее 3% энергопотребления. В результате потребление электроэнергии к 2020 году должно достигнуть 1545 млрд. кВт·ч [28].

Гидроэнергетика России в ближайшие 20 лет будет развиваться в основном в Сибири и на Дальнем Востоке, обеспечивая базисный режим работы тепловым электростанциям этих регионов. В европейских районах страны продолжается сооружение не крупных пиковых ГЭС, преимущественно на Северном Кавказе.

Гидроэнергетический потенциал России огромен, в настоящее время освоен менее 50% имеющего потенциала. В сложившийся гидроэнергетический комплекс России входят 102 гидроэлектростанции мощностью более 100 МВт. Установленная общая мощность гидроагрегатов на ГЭС достигает примерно 45 млн. кВт (5-е место в мире).

Для обоснования экономически эффективного и рационального освоения гидроэнергетических ресурсов Российской Федерации с периодом планирования до 2050 г. в соответствии с государственными и ведомственными материалами о состоянии и перспективе развития отрасли была разработана «Программа развития гидроэнергетики России до 2030 года». В этой Программе уделяется большое внимание вариантам возможного решения комплексной проблемы обеспечения безопасности (физической и экологической) объектов энергетики РФ, а также развитию Единой

энергетической системы страны на долгосрочную перспективу (рис. 2.1).



Рисунок 2.1 - Возможный сценарий развития единой энергетической системы Российской Федерации на долгосрочную перспективу

Опыт гидростроительства показывает, что сооружение ГЭС в большинстве случаев, особенно в отдаленных малоосвоенных и трудных для проживания населения районов, дает начальный импульс хозяйственному развитию и благоустройству территории и далее остается постоянно действующим фактором для региональной экономики. Новая энергетическая база не только способствует развитию местной промышленности, но и привлекает в регион крупных электроемких потребителей. В результате в реальном секторе производства создаются привлекательные рабочие места, обеспечиваются более комфортные условия для населения (транспортные и прочие услуги, электрификация быта, наличие жилья и др.), возникает положительная динамика рабочей силы, растут налоговые поступления в региональные бюджеты.

Регионы Северного Кавказа занимают достойное место в энергетической системе России, их гидроэнергетический потенциал составляет в 22,4 млрд кВт/ч. В оценочный потенциал попали крупные и средние реки бассейнов Кубани, Терека, Сулака и Самура.

В докладе акционерное общество «Институт Гидропроект» отмечается, что на сегодняшний день освоено 9,55 млрд кВт.ч, что составляет более 40% экономического потенциала гидроэнергетики региона. По материалам доклада эксперты оценили перспективы развития гидроэнергетического строительства в каждом субъекте федерации в отдельности, а также в целом по регионам. Установлены перспективные гидроэлектростанции, рекомендованные для включения в Схемы территориального планирования (СТП) субъектов федерации и разработаны программы их строительства [12]. Отметим, что совокупная установленная мощность ГЭС, рекомендованных к включению в региональные СТП составит 4,217 ГВт с общей выработкой 12,71 млрд кВт.ч. электроэнергии. Освоение этих ресурсов позволит сократить дефицит электроэнергии в энергосистемах Северного Кавказа вдвое (до 29% к 2020 г.) и до 18% к 2030 г.

В России, в основном, гидроэнергетические ресурсы освоены, кроме Северо-Востока страны в бассейне реки Печора и Северного Кавказа. В последнее время оживлённо обсуждаются в средствах массовой информации вопросы о воздействии строящихся ГЭС на окружающую среду, и в частности, на рыбные ресурсы.

Любой проект строительства новой ГЭС начинается с экспертно-экологического обоснования. Для свободного прохода рыбы делаются специальные рыбоводы. Также проводятся специальные мероприятия по замещению рыбы, выпуску мальков в реки. А сами же гидроэлектростанции в своей эксплуатации намного экологичнее, например, тепловых электростанций, выбросы которых загрязняют окружающую среду.

Таблица 2.1 - Схемы и основные факторы использования гидроэнергетических ресурсов на Северном Кавказе

Схемы использования гидроэнергетических ресурсов разрабатывались на основе:	Основные факторы, учтенные при разработке схем использования гидроэнергетических ресурсов рек:
<ul style="list-style-type: none"> • утвержденных схем территориального планирования субъектов РФ • фондовых материалов (инженерно-геологических, гидрологических и др.) и рекогносцировочного обследования участков рек; • материалов инженерных изысканий, выполненных в регионе «Гидропроект» в последние годы; • современных картографических материалов (цифровые карты М 1:100 000, 1:25 000); • современных данных наблюдений за стоком рассматриваемых рек • современных и перспективных объемов водопотребления и водоотведения в бассейнах рассматриваемых рек. 	<ul style="list-style-type: none"> • Стремление субъектов РФ к созданию собственной энергетической базы на основе использования гидроэнергетических ресурсов; • Исключение пограничных претензий субъектов РФ к размещению гидроузлов; • Необходимость согласования режимов регулирования стока для целей энергетики и ирригации; • Ограниченные возможности создания водохранилищ (по природным условиям, освоенности долин, природоохранным ограничениям) и пр.

Основные характеристики и параметры гидроэнергетических ресурсов и ГЭС регионов Северного Кавказа приведены ниже в таблицах 2.2, 2.3, 2.4, 2.5.

Как видно из данных таблиц, регионы Северного Кавказа обладают значительными гидроэнергетическими ресурсами, эффективное использование которых позволит восстановить и поднять их промышленный потенциал.

Строительство ГЭС, включенных в проекты СТП республик Северного Кавказа будет способствовать:

- сокращению дефицита электроэнергии и потерь электроэнергии в распределительных сетях;
- повышению надежности и качества энергоснабжения потребителей;

- созданию новых рабочих мест в трудоизбыточных регионах, развитию инфраструктуры в районах строительства;
- увеличению налоговых поступлений в местный и федеральный бюджеты;
- сокращению потребления топливных энергоресурсов и сокращению экологической нагрузки на окружающую среду.

В бассейне р. Терек основная доля экономического потенциала (48%) сосредоточена в Кабардино-Балкарской Республике, 36% - в Северной Осетии (Алания), 11% - в Чеченской Республики, 5% - в Республике Ингушетии.

В Схемах территориального планирования субъектов рекомендованы перспективные ГЭС суммарной мощностью $N=1630$ МВт и выработкой $\mathcal{E}=5,2$ млрд.кВтч.

Основная доля экономического потенциала в бассейне р. Кубань (более 46,7%) сосредоточено в Карачаево-Черкесской Республике, 33,4% – Краснодарский край, 13,9% - Республика Адыгея.

В проект СТП рекомендованы ГЭС суммарной мощностью $N= 730$ МВт и выработкой $\mathcal{E} = 2,5$ млрд. кВтч.

Таблица 2.2 - Выявленные гидроэнергетические ресурсы малых рек в бассейне реки Терек

Субъект РФ	Потенциальные гидроэнерго-ресурсы, млрд кВт.ч	Технические гидроэнергетические ресурсы					Эконом. потенциал		Рекомендуется для включения в перспективный план развития	
		всего		в т. ч. освоено с учетом строящихся ГЭС и ГАЭС						
		МВт	млрд. кВт.ч	МВт	млрд. кВт.ч	% от технического потенциала	МВт	млрд кВт.ч	МВт	млрд кВт.ч
Кабардино-Балкарская Республика	14,50	1124,7	4,04	182,40	0,70	17,3	1050	3,45	868,4	2,75
Чеченская Республика	3,96	249	0,96	0,00	0,00	0,0	249	0,75	249	0,75
Республика Ингушетия	1,30	119,4	0,46	0,00	0,00	0,0	119,4	0,37	119,4	0,37
Республика Северная Осетия-Алания	9,60	901,7	2,91	434,40	1,15	39,4	831,3	2,50	831,3	2,50
Итого по бассейну реки Терек	29,36	2321,9	8,17	616,80	1,85	22,1	2250,5	7,07	1633,7	5,22

Таблица 2.3 - Выявленные гидроэнергетические ресурсы рек в бассейне реки Кубань (до Краснодарского водохранилища)

Субъект РФ	Потенциальные гидроэнерго-ресурсы, млрд. кВт.ч	Технические гидроэнергетические ресурсы					Эконом. потенциал		Рекомендуется для включения в перспективный план развития	
		всего		в т. ч. освоено с учетом строящихся ГЭС и ГАЭС						
		МВт	млрд. кВт.ч	МВт	млрд. кВт.ч	% от технического потенциала	МВт	млрд. кВт.ч	МВт	млрд. кВт.ч
Республика Адыгея	4,82	276,5	1,36	9,44	0,05	3,6	123,94	0,62	114,5	0,57
Краснодарский край	11,5	431	1,24	48,00	0,19	15,6	194,0	0,68	146,0	0,49
Карачаево-Черкесская Республика	15,95	1192,2	3,3	320,00	0,58	17,5	791,8	1,99	471,8	1,41
Ставропольский край	2,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Итого по бассейну реки Кубань	34,47	1899,7	5,9	377,44	0,82	14,0	1109,74	3,29	732,3	2,47

Таблица 2.4 - Выявленные гидроэнергетические ресурсы рек Республики Дагестан

Реки	Потенц. гидроэнергетические ресурсы, млрд.кВтч /год	Технические гидроэнергетические ресурсы					Экономический потенциал		Рекомендуется для включения в перспективный план развития	
		всего		в т. ч. освоено			МВт	млрд. кВтч /год	МВт	млрд. кВтч /год
		МВт	млрд. кВтч /год	МВт	млрд. кВтч /год	% от техн. потенц				
Самур	7,57	691,0	3,45	-	-	0	457,5	2,07	457,5	2,07
Кара-Самур	0,36	Рассматривается для освоения объектами малой гидроэнергетики								
Ахты-чай	1,29									
Итого по басс. р.Самур	9,22	691,0	3,45	-	-	0	457,5	2,07	457,5	2,07
Сулак	5,38	1345,0	3,64	1345,0	3,64	100	1345,0	3,64	-	-
Андийское Койсу	5,93	959,7	2,73	-	-	0	959,7	2,73	959,7	2,73
Аварское Койсу	6,08	906,0	2,99	500,0	1,59	53	906,0	2,99	406,0	1,41
Кара-Койсу	1,63	107,8	0,46	32,8	0,12	26	107,8	0,46	75,0	0,34
Итого басс.р. Сулак	19,02	3318,5	9,82	1877,8	5,35	54,4	3318,5	9,82	1440,7	4,48
Итого по Республике Дагестан	28,24	4009,5	13,27	1877,8	5,35	40,3	3776,0	11,90	1898,2	6,55

Таблица 2.5 - Выявленные гидроэнергетические ресурсы рек Кабардино-Балкарской Республики

Реки	Потенц. гидроэнергетические ресурсы, млрд.кВтч /год	Технические гидроэнергетические ресурсы					Экономический потенциал		Рекомендуется для включения в перспективный план развития	
		всего		в т. ч. освоено			МВт	млрд. кВтч /год		
		МВт	млрд. кВтч /год	МВт	млрд. кВтч /год	% от техн. потенц			МВт	млрд. кВтч /год
Малка	2,22	183,1	0,45	-	-	0	183,1	0,38	183,1	0,38
Черек и Черек Балкарский	3,86	301,6	1,09	157,4	0,59	54	301,6	1,01	144,2	0,42
Черек Безенгийский	1,18	153,3	0,57	-	-	0	81,3	0,25	81,3	0,25
Баксан	3,46	300,8	1,05	25,0	0,11	11	300,8	0,92	275,8	0,81
Терек	1,68	184,0	0,88	-	-	0	184,0	0,88	184,0	0,88
Чегем	1,5	Рассматривается для освоения объектами малой гидроэнергетики								
Урух	0,6									
Курп	0,003									
Итого	14,503	1122,8	4,04	182,4	0,70	17,3	1050,8	3,44	868,4	2,74

На рисунке 2.2 приведены графики, где наглядно прослеживаются перспективы развития гидроэнергетики на Северном Кавказе.

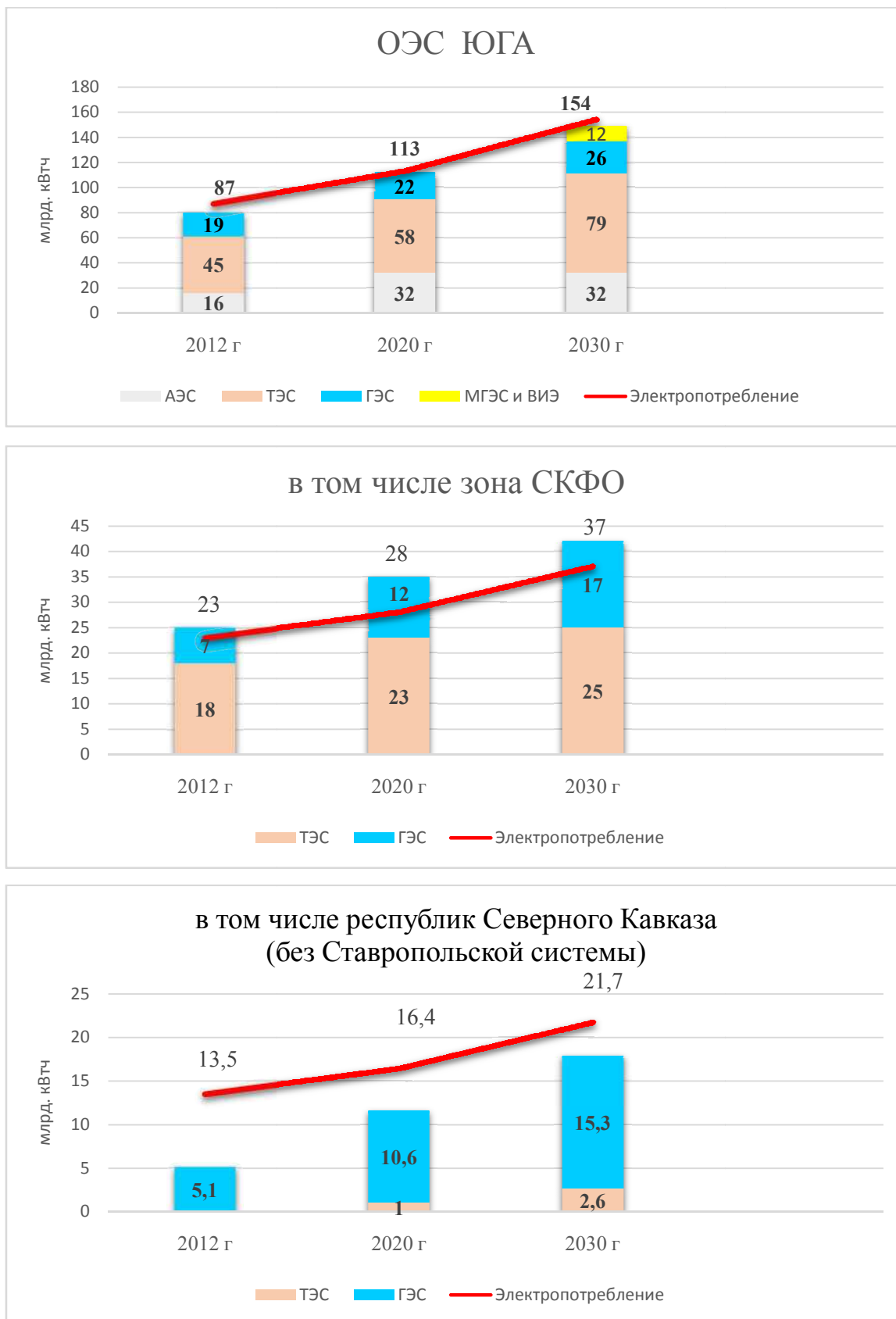


Рисунок 2.2 - Перспективы развития гидроэнергетики Северного Кавказа

2.2 Перспективы развития гидроэнергетики в КБР

Валовой энергетический потенциал рек Кабардино-Балкарии в соответствии с проведенными кадастровыми исследованиями основных водотоков республики оценивается почти в 19 млрд. кВтч электроэнергии, технический потенциал соответственно составляет 12 млрд. кВтч.

За последние 20 лет в Кабардино-Балкарской Республике введены в эксплуатацию 4 новых гидроэлектростанций (Псыхурейская – ГЭС-3, Аушигерская, Кашхатау и Зарагижская) общей установленной мощностью 165 МВт и среднегодовой выработкой 538 млн. кВтч. В настоящее время завершается строительство Верхне-Балкарской ГЭС установленной мощностью 10 МВт и среднегодовой выработкой 60 млн. кВтч.

Приведенные на рис. 2.3. графики показывают динамику роста выработки и мощности ГЭС Кабардино-Балкарской республики на период до 2030 года. Как видно, обеспечивается достаточный рост баланса электроэнергии для республики.

На основании ранее выполненных схемных проработок выявлена техническая возможность строительства в Кабардино-Балкарии ещё 42 гидроэнергетических объектов (таблица 2.6).

Возможная энергетическая отдача этих объектов в зависимости от схем энергетического использования водотоков оценивается в 1700 МВт мощности и 5,8 млрд. кВтч. электроэнергии.



Рисунок 2.3 - Прогноз состояния баланса электроэнергии в Кабардино-Балкарской Республике

Таблица 2.6 - Основные показатели перспективных гидроэлектростанций, рекомендуемых к строительству на территории Кабардино-Балкарской Республике

Наименование ГЭС	Река	Ближайший населённый пункт	Установленная мощность, МВт	Средне-годовая выработка, млн. кВт.ч
Сармаковская	Малка	с. Сармаково	17,6	74,5
Хабазская	Малка	с. Хабаз	22	52
Адыр-Су № 2	Адыр-Су	с. В. Баксан	20	80,0
Адыр-Су № 1	Адыр-Су	с. В. Баксан	14,5	60,0
Былымская	Чегем	с. Былым	85	330
Верхне-Баксанская	Баксан	с. В. Баксан	86	350
Тырныаузская	Баксан	г. Тырныауз	80	281
Черекская	Черек Хуламский	с. Карасу	94	330
Безенгийская	Черек Хуламский	с. Карасу	70	240
Курпская ГЭС №1	Терек	с. Н. Хамидие	63	349
Курпская ГЭС №2	Терек	с. Н. Хамидие	63	349
Курпская ГЭС №3	Терек	с. Н. Хамидие	58	320
Булунгу	Чегем	с. Булунгу	3,3	13
Юсеньги	Баксан,	с. В. Баксан	100	365
Большой Лахран	Малка	с. Хабаз	84	194
Каменноостская	Малка	с. Каменно-	22	52
Жанхотекская	Баксан	с. Жанхотеко	100	382
Верхне-Балкарская	Черек Балкарский	с. Верхняя Балкарция	10	60
Голубое озеро	Черек Балкарский	с. Бабугент	110	330
Урухская	Урух	с. Урух	35	130
Жыласу	Малка	с. Хабаз	0,5	3
Шау-Кол №1	Малка	с. Хабаз	15,0	63
Шау-Кол №2	Малка	с. Хабаз	30,0	125
Долина нарзанов	Малка	с. Хабаз	3,5	140
Донгуз-Орункель	Баксан	п. Терскол	3,5	16
Адыл-Су №1	Баксан	п. Эльбрус	5,0	17,7
Адыл-Су №2	Баксан	п. Эльбрус	4,6	15,7
Адыл-Су №3	Баксан	п. Эльбрус	2,9	26,8

Продолжение таблицы 2.6

Наименование ГЭС	Река	Ближайший населённый пункт	Установ- ленная мощность, МВт	Средне-годовая выработка, млн. кВт.ч
Верхне-Чегемская	Чегем	с. Верхний Чегем	0,7	2
Средне-Чегемская №1	Чегем	с. Хуштосырт	3,2	19
Средне-Чегемская №2	Чегем	с. Хуштосырт	3,2	20
Нижне-Чегемская	Чегем	с. Нижний Чегем	1,0	4,7
Псыгансу №1	Псыгансу	с. Псыгансу	3,7	14,8
Псыгансу №2	Псыгансу	с. Псыгансу	3,7	14,8
Кара-Су	Черек	с. Кара-Су	2,8	10
Жамталинская	Жемтала	с. Жемтала	6,4	22,3
Хазнидон №1	Хазнидон	с. Ташлы-Тала	5,1	15,7
Хазнидон №2	Хазнидон	с. Ташлы-Тала	5,1	15,7
Хазнидон №3	Хазнидон	с. Ташлы-Тала	5,3	16,4
Хазнидон №4	Хазнидон	с. Ташлы-Тала	5,3	16,4
Шау-Кол ГЭС-ГАЭС	Малка	с. Хабаз	100	200
Кичмалкинская	Малка	с. Кичмалка	360	790
1 700	5 800			

2.3 Анализ динамики потребления электроэнергии в России

Система гидроэнергетики в регионе создает инфраструктуру для развития и деятельности ряда важнейших отраслей экономики и страны в целом. Введенная в эксплуатацию каждая ГЭС становится точкой опоры и роста экономики региона, вокруг нее создаются производства, развивается промышленность. При этом, самое главное, создаются новые рабочие места.

Гидроэнергетика относится к базовым элементам поддержания надежности Единой Энергосистемы Российской Федерации, располагая более чем 90% резерва регулирующей мощности. По сравнению с другими типами электростанций только гидроэлектростанции являются наиболее маневренными и при необходимости способны значительно увеличить объемы выработки за короткое время (считанные минуты), покрывая пиковые нагрузки. Этот

показатель для тепловых станций измеряется часами, а для атомных - целыми сутками [25].

Из диаграммы, (рис. 2.4.) хорошо видно, что с 1998 года потребление электроэнергии в Российской Федерации ускоренно росло, и в 2008 году оно приблизилось к уровню 1991 года, когда достигло пика развитие энергетики в стране. При этом, рост потребления электроэнергии происходил медленнее роста ВВП за этот период. В целом потребление электроэнергии по стране уменьшилось на 4,6%, снижение ВВП достигло 7,8%. Однако уже по результатам 2010 года потребление энергии достигло докризисного уровня, а рост ВВП составил 4% по сравнению с 2009 годом.

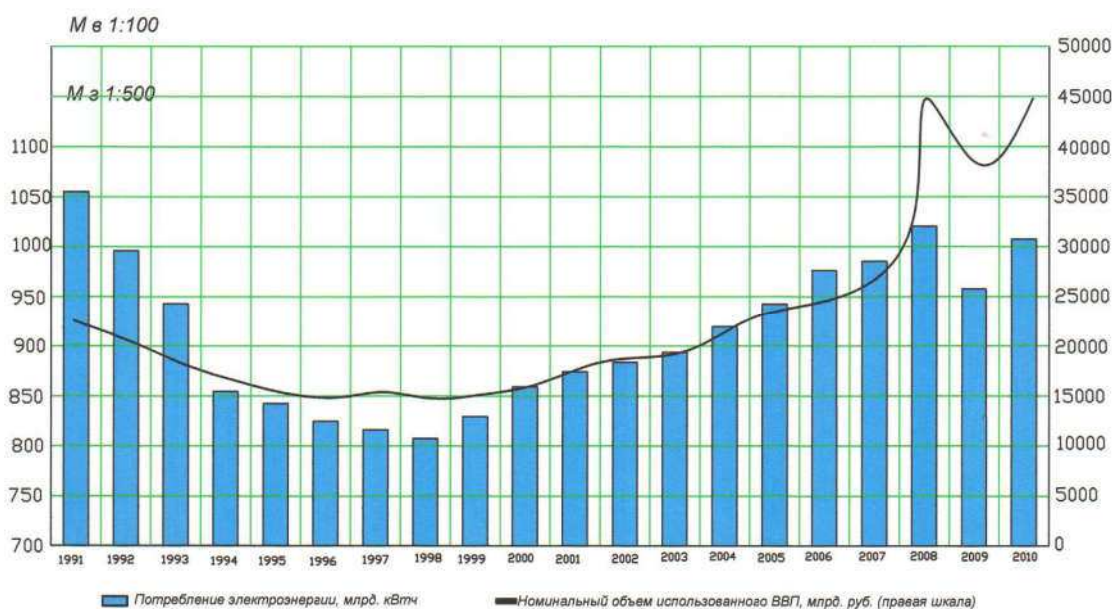


Рисунок 2.4 - Динамика потребления электроэнергии в России и ВВП в 1991 -2010 гг., млрд. кВт

В будущем на период до 20 лет в Российской Федерации прогнозируется повышение ежегодного энергопотребления на величину 2,2-3,1%. В связи с чем, возникла необходимость существенной модернизации энергосистемы России, которую планируется провести до 2030 года. Еще в 2008 году для удовлетворения растущей потребности в электроэнергии Правительство Российской Федерации утвердило Генеральную схему размещения объектов электроэнергетики, согласно которой до 2020 года планировалось ввести в

эксплуатацию в общей сложности 186 ГВт мощности. Согласно принятой схеме ежегодный темп роста энергопотребления, достигает около 4,6%. При этом данная схема включает прогнозы по вводу оборудования не только до 2020, а вплоть до 2030 года (рис. 2.6, 2.7).

Согласно уточненной Генеральной схеме, в основном варианте энергопотребления до 2030 года в плане намечается довести до 173,4 ГВт мощностей, в максимальном – 228,5 МВт. Основной ввод энергетических объектов приходится на 2020-2030 гг., а до 2020г. намечается ввод генерирующих мощностей: в основном (базовом) варианте – 71ГВт, в максимальном варианте – 85 ГВт, что значительно ниже заявленных ранее показателей. Однако, ввод 70-80 ГВт не приводит к увеличению существующих мощностей энергосистемы России, а только позволит поддерживать уже имеющийся уровень мощностей [25,28].

В связи с большим износом старого оборудования ГЭС возникла необходимость их замены новым оборудованием, для увеличения установленной мощности отдельных гидроагрегатов. При этом, суммарный прирост установленной мощности действующих ГЭС в период до 2030 года планируется увеличить на 0,8 ГВт.

Таблица 2.7 - Прогноз по вводу генерирующих мощностей на ГЭС и ГАЭС в период до 2030 года, ГВт

	2016-2020	2021-2025	2026-2030	2016-2030
	годы	годы	годы	годы
Базовый, в т.ч.	1,86	3,44	1,48	11,78
ГЭС, из них:	0,69	2,59	1,48	8,77
достройка	0,15	-	-	4,17
Новое строительство	0,54	2,59	1,48	4,61
ГАЭС, из них:	1,17	0,86	0,00	3,01
достройка	-	-	-	0,98
Новое строительство	1,17	0,86	-	2,03
Максимальный, в т.ч	1,93	5,80	3,05	10,78

Продолжение таблицы 2.7

	2016-2020	2021-2025	2026-2030	2016-2030
	годы	годы	годы	годы
ГЭС, из них:	0,76	3,65	1,75	6,16
достройка	0,15	-	-	0,15
Новое строительство	0,62	3,65	1,75	6,01
ГАЭС, из них	1,17	2,16	1,30	5,61
достройка	-	-	-	0,98
Новое строительство	1,17	2,16	1,30	4,63

Гидроэнергетика России обеспечивает 19% всей мировой электроэнергетики, а установленная гидроэнергетическая мощность составляет 715 ГВт. По установленной мощности гидроагрегатов и по выработке РФ занимает 5 место в мире после Китая, Канады, Бразилии, США.

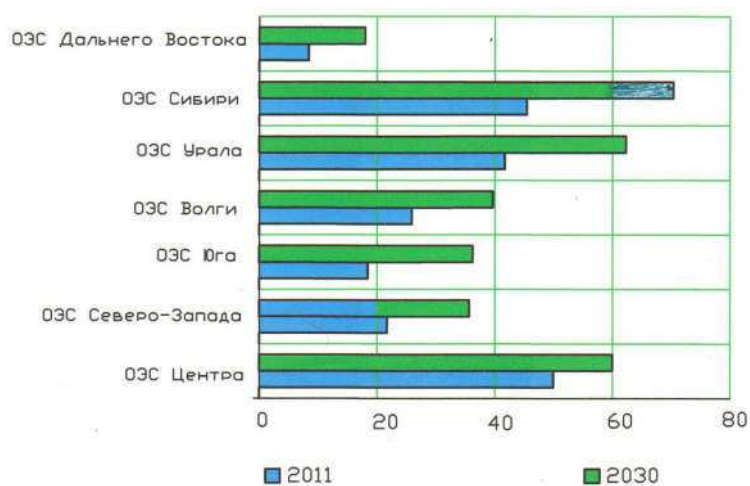


Рисунок 2.5 - Энергомощности ОЭС России в 2011 г. и прогноз на 2030 г., ГВт

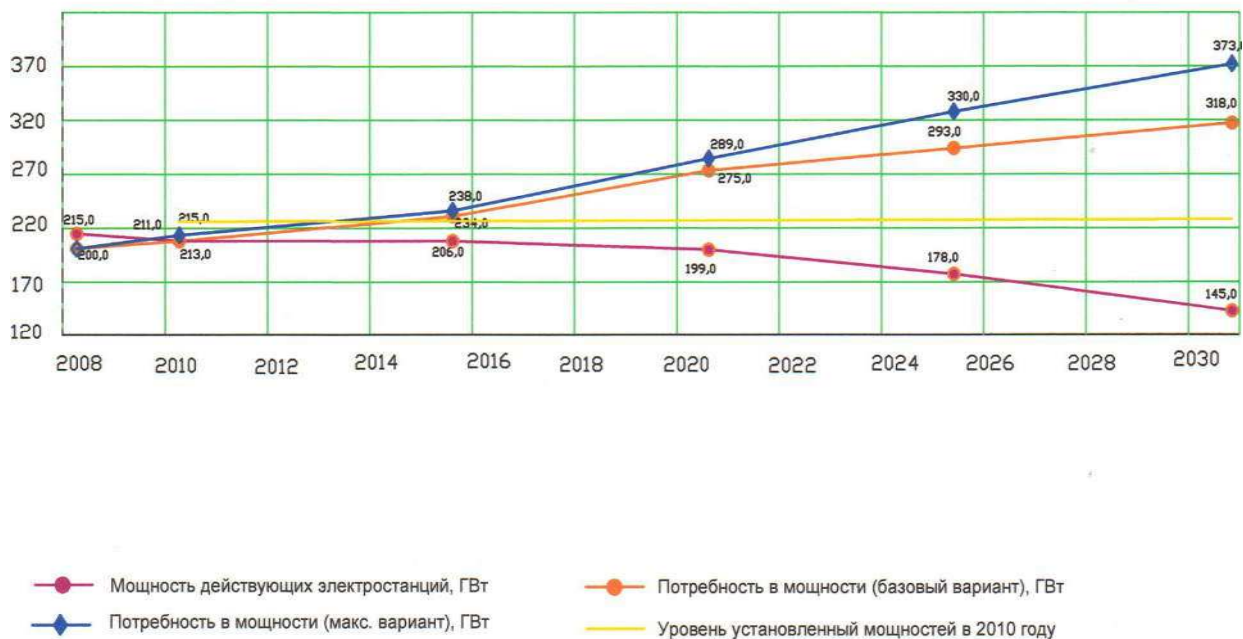


Рисунок 2.6 - Потребность в установленной мощности до 2030 года, ГВт

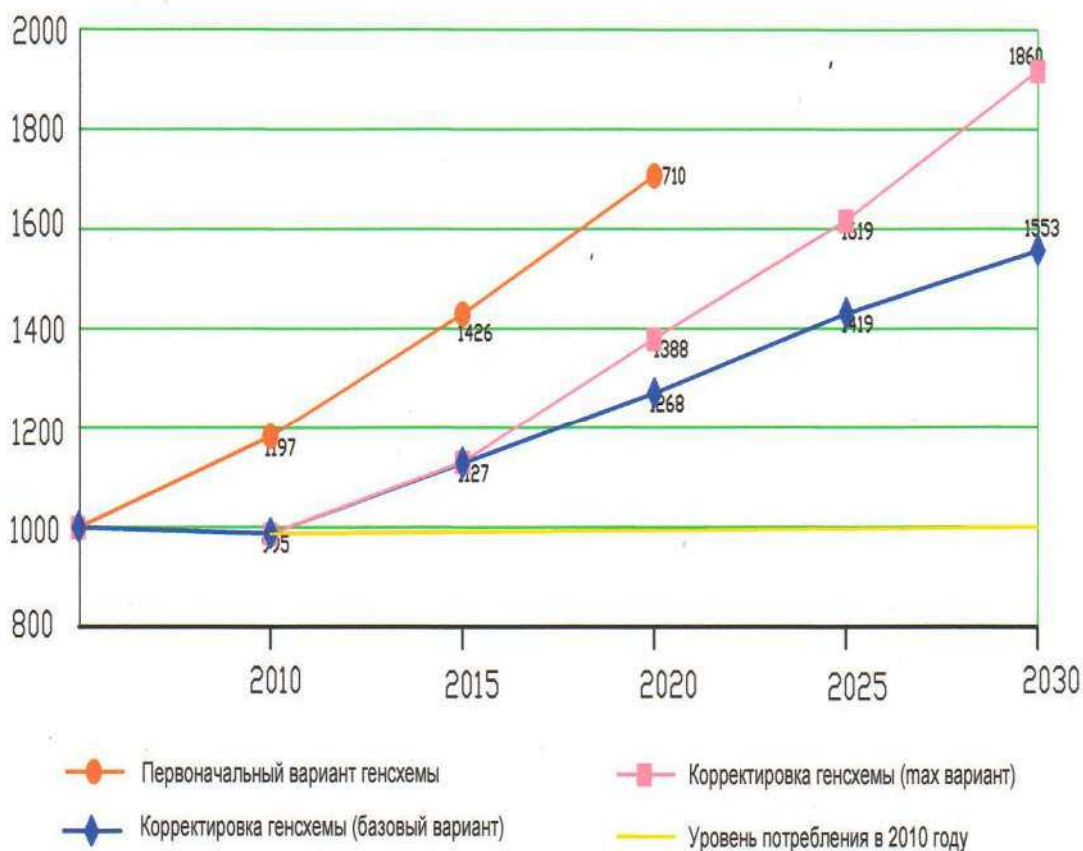


Рисунок 2.7 - Скорректированный прогноз энергопотребления

2.4 Санитарные правила проектирования, строительства и эксплуатации ГЭС

По результатам оценки качества воды в проекте назначаются водоохранные мероприятия, которые в общем случае могут включать:

санитарную подготовку зоны затопления;

очистку от древесно-кустарниковой растительности;

мероприятия по снижению поступления загрязнений от хозяйственных предприятий, населенных пунктов и с поверхностным стоком;

организацию водоохранных зон;

предотвращение заиления водохранилища.

В настоящее время действующие санитарные правила и нормы, регламентирующие требования к подготовке зон водохранилищ (СанПиН 3907–85), допускают возможность затопления части древесно-кустарниковой растительности, расположенной в зоне мертвого объема водохранилищ объемом более 10 млн. м³ при среднегодовом водообмене более 6 млн. м³.

В зоне наблюдения устанавливается санитарный надзор по предотвращению загрязнения рек и водоемов и по ликвидации источников загрязнения. Сточные воды предприятий, а также участки рек куда попадают поверхностные и бытовые стоки должны находиться под постоянным контролем. При этом особое внимание обращается на химическое и бактериологическое загрязнения рек в период межени и ледостава. В водоохраных зонах выше по течению реки запрещается свалка мусора и выпуск в реку различных загрязнителей и сточных вод [26].

Наибольший вред окружающей среды приносят сточные воды и промышленные стоки, попадающие без очистки в природную среду. Многие сельские поселения и некоторые городские поселения по настоящее время не имеют очистные сооружения. Также и существующие очистные сооружения

нуждаются в совершенствовании и реконструкции с целью повышения их эффективности.

Объекты гидроэнергетики на загрязнения рек существенного влияния не оказывают. Однако водохранилищные гидроузлы нарушают естественный режим рек, а также зон миграции и нереста рыб.

Ихтиофауна. Воздействие плотинных гидроузлов выражается в нарушении путей миграции проходных и полупроходных видов рыб, в изменении условий воспроизводства, в нарушении кормовой базы, а также в возможной гибели рыбы в водопропускных сооружениях гидроэлектростанций. При этом происходит сокращение запасов ценных промысловых рыб, а в некоторых случаях и исчезновение популяции тех или иных видов.

С целью предотвращения таких негативных последствий в проектах современных ГЭС предусматриваются специальные рыбоохранные мероприятия, включая строительство рыбопропускных и рыбозащитных и регуляционных сооружений. В последние годы разработаны конструкции сооружений для пропуска рыб к местам нереста и нагула, искусственных нерестилищ различного назначения в водохранилищах и в нижних бьефах гидроузлов, рыбозащитных сооружений для предотвращения гибели молоди на водозаборах и водоприемниках. Кроме того, определяются мероприятия по направленному формированию ихтиофауны и кормовой базы водоемов, создаваемых при энергетических объектах.

При проектировании рыбопропускных и рыбозащитных сооружений необходимо обеспечивать требования СНиП 2.06.07–87.

Рыбопропускные сооружения в нашей стране построены на гидроузлах Волги (Волгоградский, Саратовский), Дона (Цимлянский, Кочетовский, Константиновский, Николаевский), Кубани (Федоровский, Краснодарский), на Нижнетуломском гидроузле (Мурманская обл.) и на ряде других.

Следует отметить, что в России рыбоохранные требования более жесткие, чем в странах Европы и Северной Америки. За рубежом охраняются главным

образом осетровые и лососевые виды рыб. В связи с этим на реках, где эти виды отсутствуют, никаких рыбоохранных мероприятий не предусматривается.

Для борьбы с отрицательными последствиями микроклиматических изменений, которые проявляются в нижних бьефах глубоководных сибирских водохранилищ, разработаны конструкции специальных селективных водозаборов, позволяющих регулировать температурный режим воды в нижнем бьефе путем ее забора с различных глубин водохранилища и за счет этого сокращать длину полыньи.

2.5 Вопросы надежности, безопасности и безаварийной работы сооружений и оборудования ГЭС

Вопросы надежности и безопасности работы сооружений ГЭС являются актуальными для регионов. Проектируемые и строящиеся сооружения ГЭС должны соответствовать требованиям безопасной эксплуатации гидротехнических сооружений [2].

В последние годы для повышения надежности сооружений ГЭС, снижения их строительной стоимости, улучшения использования затопляемой территории стали применять в их конструкциях биопозитивные и бионейтральные изделия и материалы. А в руслах рек создают регулирующие прудки с водовыпускными трубами. Перед паводками эти прудки опорожняются для снятия части паводковых нагрузок на прибрежные зоны.

Для участков рек и прилегающих территорий должен быть проведен подробный анализ безопасности и безаварийной работы строящихся сооружений ГЭС. По результатам анализа необходимо получить ответ на следующие актуальные вопросы:

- что может выйти из строя и с какой вероятностью это может произойти;
- каковы последствия этого события;
- действия персонала в предполагаемых обстоятельствах с целью:

- выявления главных источников риска и предполагаемых факторов, существенно влияющих на риск; - предоставления исходных данных для оценки конструктивных решений в целом;

- определения и оценка возможных мер безопасности, закладываемых в конструкцию;

- выявления ожидаемых вариантов неправильного поведения системы;

- обеспечения исходными данными процесса разработки методик по эксплуатации, технического обслуживания и контроля действий в чрезвычайных ситуациях;

- выявление ошибок и подготовка эксплуатационного персонала.

Анализ безопасности и надежности работы технологического оборудования, систем и процессов производится путем идентификации рисков и определения уязвимых мест в эксплуатационном процессе, которые оказывают влияние на надежность функционирования объекта. Аналитические записи аварий и опыт ранее проведенных анализов риска могут обеспечивать позитивный вклад в процесс идентификации опасности [6]. При этом результаты анализов риска используются для принятия решения при определении допустимости риска, выбора решения по оценке допустимости риска, его снижения или устранения, в том числе:

- систематизации идентификации потенциальных опасностей и возможных видов отказов;

- выявления масштабов опасности (локальная, внутрисистемная, станционная);

- оценки возможностей модификации системы для снижения риска и повышения уровня ее надежности;

- выявления факторов, обуславливающих риск, слабых звеньев в системе;

- гармонизации всей технологической системы по уровню надежности и безопасности функционирования;

- формирования базы для рациональной организации обслуживания и контроля;

- актуализации функций обслуживающего персонала.

С целью обеспечения стабильной работы зданий и сооружений ГЭС и минимизации возможного простоя, на предприятиях предусматривают к внедрению план ликвидации аварий по основным объектам (ПЛА). В ПЛА заранее закладывают все необходимые мероприятия для всех возможных случаев возникновения аварийных ситуаций с ответственными лицами.

Основные причины аварий и факторы, связанные с отказом оборудования: физический износ, повреждение и разрушение сооружений. Исходя из анализа неполадок и аварий, можно сделать вывод, что разрушения (повреждения) гидротехнических сооружений малых ГЭС будет иметь локальный характер и не приведет к катастрофическим последствиям. Однако при несвоевременной локализации может произойти дальнейшее развитие аварии.

Основные причины и факторы, связанные с внешними воздействиями природного и техногенного характера. Внешними причинами аварий на эксплуатируемых гидротехнических сооружениях ГЭС могут быть следующие природные и техногенные воздействия:

- мощное землетрясение (согласно СНиП II-7-81* с изменениями №5, утвержденными Постановлением Госстроя России от 27.12.1999 г. №91, зона нахождения узла ГТС относится к сейсмичности 7 или 9 баллов);

- максимальный паводок (ГТС относятся к III или II классу сооружений), для которых расчетные расходы равны: основной - 1% обеспеченности, поверочный – 0,5% обеспеченности.

- возможный мощный селевой поток реки.

Сильный паводок

Наибольшую опасность представляют гидродинамические аварии при разрушении сооружений напорного фронта и образовании зон возможного затопления.

Анализ комплексной безопасности объекта в целом на всех стадиях его жизненного цикла осуществляется в соответствии с стандартами организации «Методики анализа сценариев и рисков возникновения аварийных и

катастрофических ситуаций на гидроэлектростанциях и разработка мероприятий по их предупреждению и ликвидации» и «Гидроэлектростанции. Обеспечение готовности к реагированию при возникновении запроектных аварий. Нормы и требования».

2.6 Основные выводы по 2 разделу

1. Обзор материалов по строительству ГЭС в России и за рубежом показал экономическую необходимость развития гидроэнергетики в России, особенно на Северном Кавказе.

2. По результатам исследований приведен анализ гидроэнергетических ресурсов и перспективного плана развития гидроэнергетики в России и на Северном Кавказе.

3. Сделано обоснование и анализ безопасности и надежности сооружений и оборудования ГЭС в условиях горных зон.

3 Анализ природоохранных проблем гидроэнергетики и пути их решения, оценка экологической безопасности ГЭС

3.1 Проблемы влияния гидроэнергетики на окружающую среду и пути их решения

ПАО «РусГидро» занимается техническими и экологическими проблемами гидроэнергетики в Российской Федерации. 15 августа 2007 года Советом директоров были утверждены основополагающие документы общества по природоохранной деятельности:

- экологическая политика;
- Концепция реализации экологической политики;
- Программа реализации экологической политики.

Экологическая политика – совокупность способов достижения поставленных экологической стратегией целей и задач. Цель экологической политики: Повышение уровня экологической безопасности за счет обеспечения надежного и экологически безопасного производства энергии, системного подхода к использованию гидроэнергетических ресурсов.

Гидроэнергетика, как и любой другой вид энергетики имеет свои преимущества и недостатки. Во-первых, это возобновляемая энергия, таким образом, она не израсходуется независимо от того, как много мы ее используем. Однако для ГЭС необходимо огромное пространство для строительства и определенные условия, поэтому подходящую область найти не так просто. Во-вторых, вода никогда не создает загрязнение в окружающей среде, но строительные процессы, используемые, чтобы построить гидроузлы, могут создать такое загрязнение. В-третьих, гидроэлектростанции очень надежны, потому что сама вода очень надежна. Создание гидроэлектростанций с плотинными гидроузлами кардинально изменяет нормальную жизнь водных организмов, в том числе и рыбы. Строительство крупных дамб, линий электропередачи и дорог создает опасность для их сред обитания. Иссущение

может также затронуть их жизненный цикл и уменьшить их присутствие в реках и других водоемах, которые используются в качестве источника энергии. К счастью, ученые нашли способ разводить лосося в областях с гидроэлектростанциями. Гидроэлектростанции являются очень дорогими в постройке, но нуждаются в меньшей рабочей силе и затратах на обслуживание. Как упомянуто выше, засуха может существенно повлиять на поток воды, который, в свою очередь, повлияет на производство электричества.

Недавно норвежские ученые доказали, что гидроэлектростанции не представляют опасности для жизни рыб. Их исследования показывают, что ГЭС могут производить больше электричества и даже способствовать увеличению популяции лосося при правильном подходе. Было отмечено, что лосось лучше всего справляется с влиянием ГЭС на воду. Научно-исследовательский центр CEDREN стремится улучшить жизнь человечества с помощью безвредной для окружающей среды энергии. Целевой аудиторией данного исследования являются речные ГЭС, государственные сервисные компании и защитники окружающей среды. Эта работа – продукт многих лет исследований при участии многочисленных ученых и единомышленников, которые считают, что использование ГЭС и разведение лосося могут очень хорошо сочетаться. При этом реализация проекта не требует крупных капиталовложений.

Результатом многих лет проб и ошибок ученых стали сделанные компьютерные моделирования. В этих моделированиях ученые собрали всевозможные изменения поведения группы лососей после внедрения изложенных в исследовании методов. Их первым экспериментом стало увеличение мощности электростанции Тонстад на реке Сайра. Чтобы обеспечить достаточный поток воды в упомянутой реке, они направили воду из реки Квина в реку Сайра, что увеличило мощность электростанции и специальных станций для водоснабжения, а также создало условия для процветания лосося в реке Сайра – положительный результат, который убедил ученых, что их приемы и методы действительно работают.

Почему ученые сосредоточились на одном только лососе, если есть еще другие представители речной фауны? У старшего научного сотрудника NINA Торбджорна Форсета есть хорошее объяснение этому – лосось является индикатором экологического состояния реки. Богатое присутствие лосося в реке означает, что она хорошо функционирует в качестве среды обитания подводной живности.

Объемы экономии топлива на альтернативных ТЭС в результате осуществления предлагаемой программы гидростроительства приведены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 - Объемы годовой экономии топлива на альтернативных ТЭС

Показатели	2030г.	2040г.	2050г.
Европейская часть РФ, млн.т.у.т.	9	18	20
Сибирь и Восток, млн.т.у.т.	13	19	35
Итого, млн.т.у.т.	22	37	55
в т.ч. газ, млрд. м ³	3	6	7
Уголь, млн.т.н.э.	39	65	96

Ориентировочные данные сокращения объемов выбросов от ТЭС в результате осуществления программы приведены в таблице 3.2. В качестве составных частей разработанной Программы дополнительно в нее включен ряд приложений, в том числе «Альбом перспективных ГЭС» и «Расчет сметной стоимости строительства объектов перспективного гидроэнергостроительства». Альбом содержит сведения по 67 ГЭС и 8 ГАЭС, предусмотренным Планом ввода мощностей до 2050 года.

Таблица 3.2 - Ориентировочные данные о сокращении объемов выбросов от ТЭС

Энергозоны	2030 г.	2040 г.	2050 г.
Европейская часть			
Экономия топлива млн.т.у.т.	9	18	20
Сокращения выбросов в год, тыс.т.			
Зола	20	44	46
Оксиды азота	26	55	59
Сибирь и Восток			
Экономия топлива млн.т.у.т.	13	19	35
Сокращения выбросов в год, тыс.т.			
Зола	127	176	333
Оксиды азота	40	56	105
Итого тыс.т.			
Зола	147	220	379
Оксиды азота	66	111	164

3.2 Анализ и оценка влияния на окружающую среду сооружений и оборудования ГЭС

В программе развития гидроэнергетики до 2030 года, разработанной ПАО «РусГидро», уделяется значительное внимание возможным вариантам решения комплексной проблемы обеспечения физической и экологической безопасности объектов энергетики Российской Федерации: в первую очередь необходимо разработать прозрачную систему законодательных актов, регулирующих действия по проблемам безопасности объектов российской энергетики; создать стимулы у собственников энергетических объектов по поддержанию безопасности и обеспечить государственное субсидирование программ по обеспечению физической и экологической безопасности объектов энергетики. Серьезной проблемой обеспечения физической безопасности объектов гидроэнергетики является состояние основных фондов [2,28]. Действующий

парк гидросилового оборудования в значительной мере выработал свой нормативный ресурс. На настоящий момент почти 70% имеющихся мощностей эксплуатируется более нормативного срока. Практика эксплуатации гидросилового оборудования на ГЭС показала, что физический ресурс гидроагрегатов имеет индивидуальный характер и должен нормироваться по формальному временному фактору [4, 5]. Высокое качество и долговечность отечественного гидрооборудования позволяют сохранять его в работе на ряде ГЭС в течение 50-60 лет, то есть до 1,5 нормативных сроков службы.

При проектировании технологической части объекта на стадии завершения проводят анализ безопасности применяемого оборудования (прогноз риска аварии) и некоторых технологических элементов, и их влияния на экологическую безопасность работы ГЭС [25,31].

Основными требованиями предотвращения чрезвычайных ситуаций в период эксплуатации технологического оборудования являются:

- выполнение инструкций и правил эксплуатации оборудования, технологических систем и коммуникаций;
- поддержание оборудования в работоспособном состоянии;
- использование при эксплуатации квалифицированного персонала, прошедшего необходимую подготовку по эксплуатации конкретного оборудования;
- наличие должностных инструкций эксплуатационного персонала с отражением в них требований по действию персонала при ожидании и наступлении чрезвычайных ситуаций, тренинг персонала по действиям в чрезвычайных ситуациях;
- создание зоны ограниченного доступа на территорию объекта.

Требования по экологической безопасности оборудования при эксплуатации. В материалах проектной документации на строительство ГЭС предварительно исследуются проблемные вопросы и разрабатываются мероприятия по снижению до допустимых значений влияния на окружающую среду при эксплуатации гидромеханического, технологического и

электротехнического оборудования, а также - их влияния на возможные аварийные ситуации. Вместе с тем выявляется полный перечень источников воздействия на окружающую среду технологического оборудования и систем проектируемой станции, классифицированных по характеру воздействия и способу его исключения и ограничения. Обобщенный Перечень возможных источников воздействия технологического оборудования на окружающую среду, а также основные требования по исключению или ограничению их влияния приведен в СТО 17330282.27.140.022-2008.

Основное воздействие объекта строительства на состояние воздушного бассейна связано с загрязнением атмосферного воздуха химическими и физическими факторами, в результате применения автотранспортной и строительной техники. Транспортные выбросы, содержащие взвешенные и газообразные загрязняющие вещества, характеризуются классом опасности, валовым выбросом и максимально разовым выбросом загрязняющих веществ.

При работе двигателей строительной техники и автотранспорта в атмосферу выделяется сажа, сернистый ангидрид, окись азота, двуокись азота, окись углерода и углеводороды. Существенное влияние на загрязнение атмосферы, при котором необходимо проведение расчетов приземных концентраций, для которых справедливо неравенство:

$$M/ПДК > \Phi, \quad (2.1)$$

где М – суммарное значение выброса от всех источников (г/с);

ПДК – предельно – допустимая концентрация данного загрязнителя.

Параметр «Ф» в неравенстве зависит от средневзвешенной высоты источников выброса данного вещества и определяется из следующих соотношений:

$$\Phi = 0,01 \times H \text{ при } H > 10 \text{ м}, \quad (2.2)$$

$$\Phi = 0,1 \text{ при } H < 10 \text{ м,} \quad (2.3)$$

где H – средневзвешенная высота источника выброса (м).

Если неравенство $M/ПДК < \Phi$ выполняется, расчет рассеивания проводить не требуется, если не выполняется – производится расчет рассеивания.

Одним из основных водоохраных мероприятий при проведении строительных работ является использование исправной техники, своевременная ее заправка на оборудованной площадке для стоянки и заправки техники, а также хранение горюче-смазочных материалов на оборудованных складах вне зоны строительства.

Загрязнение поверхностных вод бытовым мусором, жидкими стоками и нефтесодержащими водами исключается при соблюдении технологии производства работ и правил временного хранения отходов [17]. Все подтеки от работы оборудования должны тщательно вытираться с помощью щеток и тканевого материала.

Временное хранение строительных материалов и отходов осуществляется на специально выделенных площадках с твердым покрытием с уклоном в сторону дождевого стока, а бытовых и производственных отходов дополнительно в металлических контейнерах.

В проектной документации ГЭС изучаются и вопросы археологии и культурного наследия. В ходе выполнения строительных работ представители государственного органа охраны объектов культурного наследия осуществляют археологический надзор за земляными работами. И в соответствии с результатами археологической оценки земельного участка, произведенной по представленным материалам, библиографическим и архивным изысканиям, необходимо выполнить археологическое обследование испрашиваемой территории и мероприятия по сохранению объектов археологического наследия.

3.3 Оценка влияния объектов ГЭС на водные и биологические ресурсы и анализ рыбоохранных мероприятий на участках их расположения

Воздействие гидроэнергетического объекта выражается в преграждении путей миграции проходных и полупроходных видов рыб, в изменении условий воспроизводства, в изменении кормовой базы, а также в возможной гибели рыбы в водозаборах ГЭС. При этом могут сократиться запасы ценных промысловых рыб, а в некоторых случаях и исчезнуть популяции тех или иных видов [15,18].

Водозаборные, особенно водохранилищные гидроузлы ГЭС на горных участках рек приносят определенный вред рыбным ресурсам водотоков. При заборе большей части расхода реки на ее участке, прилегающей к ГЭС до сбросного канала происходит резкое уменьшение расхода и площадей нереста рыб. Кроме того, рыба попадает в деривационные каналы и в напорные бассейны ГЭС, а также разбивается в напорных водосбросных сооружениях. Для уменьшения возможного ущерба рыбному хозяйству и водоохраным зонам рек, при проектировании и строительстве ГЭС предусматривают специальные природоохранные мероприятия. В составе гидроузлов предусматривают рыбозащитные и рыбопроводящие сооружения, а в реке оставляют санитарный расход, необходимый для воспроизводства рыбных запасов не менее 30%. При этом учитывают необходимые условия для нагула и воспроизводства всех видов рыб, которые живут и мигрируют по реке. Наибольший вред рыбному хозяйству приносят высоконапорные водохранилища, строящиеся на реках. Для компенсации ущерба рыбному хозяйству от нарушения условий воспроизводства предусматривают создания компенсационного объекта непосредственно на участках рек, где имеются возможности расширения площадей нереста и нагула мальков рыб [19].

При осуществлении природоохранных мер основное внимание уделяется рациональному использованию скудных природных ресурсов и

противодействию чрезмерному нарушению режима рек. Одним из таких мероприятий является использование преимущественно вахтового метода строительства и эксплуатации ГЭС.

Факторы влияния на водные биологические ресурсы. Строительство и эксплуатация ГЭС приводит к утере части ареалов обитания зообентоса, разрушению донных биоценозов, гибели кормовых организмов планктона и бентоса, снижении кормовой базы рыб и непосредственной гибели ихтиофауны [13].

Общей причиной гибели рыб при аномально высоких уровнях взвеси в воде является аноксия (недостаток кислорода), которая развивается в результате поражения жаберных тканей и сопровождается характерными быстрыми изменениями биохимических показателей крови, изменении сроков эмбриогенеза и фракционного состава липидов икры, что в конечном итоге приводит к снижению выживаемости.

Влияние плотин. После забора части расхода реки в деривацию на участке реки от водозаборной плотины до точки сброса отработанной гидроэлектростанцией воды, имеет место снижение условий для нормальной жизнедеятельности рыб и донных беспозвоночных. Плотины резко ухудшают условия миграций рыб. Нерестовые миграции против течения преграждаются плотинами, что ведет к прекращению естественного воспроизводства.

Влияние деривационных каналов. Деривационные каналы меньше влияют на природную среду, хотя они являются наиболее протяженными сооружениями. Вместе с тем при использовании эффективных природоохранных технологий по озеленению прибрежных участков (выше уреза воды) каналов их экологическая безопасность значительно повышается. Автором предлагается эффективную модель деривационного канала с природоохранными мероприятиями (см. презент.)

Влияние гидротурбин. При скате через турбины рыбы подвергаются механическому воздействию, влиянию перепада гидростатического давления (перенасыщение воды растворенными газами), кавитации и гиперсатурации.

Смертность рыб зависит от типа турбины, высоты напора, скорости вращения рабочего колеса, величины перепада давления в турбине, величины зазора между направляющими лопастями и лопастями рабочего класса.

Повреждения рыб при скате через турбины делятся на:

- механические - рваные, рубленые раны тела, ссадины, обрывы плавников и других частей тела, нарушение чешуйного покрова - в основном результат непосредственного контакта рыб с твердыми предметами или воздействием сильной турбулентности воды;

- барические (баротравмы) - разрыв плавательного пузыря или его увеличение, кровоизлияния в тканях и органах, выпучивание глаз, выворачивание желудка через ротовую полость, пузырьки газа в тканях - результат воздействия резкого перепада гидравлического давления; от гиперсатурации - появление пузырьков газа на внешних покровах тела, во рту, жабрах, в плавниках и в кровеносных сосудах;

- поведенческие - изменение ориентации и распределения рыб в пространстве, изменение их двигательной активности, реакций на различные раздражители и др. - результат воздействия разнообразных факторов на рыб при скате из водохранилищ.

В общем выводе можно отметить, что строительство и эксплуатация ГЭС вызывает ряд негативных воздействий на экосистему реки, наносящих вред водным биоресурсам, которые складываются из ущерба от:

- высыхания русла реки вследствие забора большей части расхода воды в деривацию;

- промыва отстойника головного узла ГЭС;

- периодического смыва селевых наносов из верхнего бьефа водохранилищ;

- попадания гидробионтов на турбины ГЭС.

Ущерб рыбным запасам от эксплуатации ГЭС определяется по «Методике исчисления размера вреда, причиненного водным биологическим ресурсам», утвержденной Приказом Росрыболовства от 25.11.2011 №1166.

Для снижения ущерба, причиняемого гидростроительством на реках, и компенсации его практика отечественного рыбного хозяйства предусматривает использование ряда мер по воспроизводству рыбных запасов: строят рыбообразные хозяйства и заводы, проводят мелиорацию нерестилищ, в составе гидроузлов устраивают рыбохозяйственные гидротехнические сооружения [11,24].

Несмотря на столетнюю историю применения рыбозащитных сооружений в составе гидроузлов, вопросы их разработки, исследований, проектирования, строительства и эксплуатации не потеряли своей актуальности и сегодня.

Принцип работы рыбозащитных сооружения (РЗС) основан на создании перед водозабором гидравлического экрана, образованного высоко-скоростным потоком вытекающим из струегенератора в направлении рыбоотвода. Высокоскоростной поток, перенаправляет траектории ската рыб и транспортирует их в оголовок рыбосброса.

В настоящее время на головном узле Кашхатау ГЭС установлено 2 РЗС. Конструкция РЗС представляет собой струегенератор с соплами, состоящий из двух вертикальных труб диаметром 820 мм. и 325 мм., установленных под НПУ. Труба меньшего диаметра, подключенная к насосу агрегату, располагается внутри трубы большего диаметра с эксцентриситетом 177,5 мм, и снабжена рядом сопел диаметром 20 мм, шагом 145 мм.

3.4 Защитно-регуляционные, противопаводковые и противоселевые мероприятия на горных реках при строительстве ГЭС

На горных участках рек, где строят гидроузлы и сооружения ГЭС проводят защитно-регуляционные, противопаводковые и противоселевые мероприятия. На этих участках рек в паводковые периоды возникают серьезные проблемы, связанные с безопасным пропуском паводковых расходов. Для обеспечения безопасных условий эксплуатации ГЭС ежегодно проводят противопаводковые (руслорегулирующие и берегоукрепительные) мероприятия. В случае

возникновения чрезвычайных ситуаций объявляется особый режим работы ГЭС и всех сооружений по ПЛА (план ликвидации аварий). И по этому плану вместе с МЧС проводят все необходимые работы по ликвидации ЧС [6,7].

В зоне строительства ГЭС ниже их створов резко меняются русловые процессы, особенно в случае регулирования стока. Понижение максимальных уровней в условиях регулирования стока ГЭС приводит к сокращению затопляемости поймы, снижению опасности наводнений на освоенных пойменных территориях, концентрации потока в русле и, как следствие, более слабой выраженности волн подпора и спада, связанных с неравномерной шириной дна долины.

Водохранилища суточного регулирования увеличивают эрозионную и транспортирующую способность потока, особенно в меженный период, когда относительное приращение расхода воды на волне попуска больше, чем в период половодья [1,8]. На подъеме волны резко возрастает уклон водной поверхности, причем его увеличение зависит от интенсивности приращения расхода. Так, при увеличении приращения расхода вдвое уклон возрастает в 2-2,5 раза.

Ежегодно в весенний период проводится аэровизуальное обследование горных территорий регионов с целью оценки запасов снега для прогнозирования складывающейся гидрологической ситуации. На территории республики расположено 11 стационарных гидропостов на которых проводится мониторинг гидрологической обстановки. Замеры проводятся 2 раза в сутки, при возникновении угрозы поднятия уровней воды до неблагоприятного или опасного явлений замеры проводятся каждые 4 часа круглосуточно [6,13,14].

Оповещение населения о возможной угрозе паводков на территории муниципальных районов организуют с использованием территориальной автоматизированной системы оповещения по средствам теле- и радиовещания, а также с использованием СМС сообщений.

Система управления включает в себя функционально связанные органы управления, пункты управления, системы связи и оповещения, а также

автоматизированные системы управления, обеспечивающих сбор, обработку и передачу информации.

Управление силами и средствами, предназначенными для проведения мероприятий по смягчению рисков и реагированию на ЧС в паводкоопасном периоде на территории регионов, организуется в общей системе управления мероприятиями по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера на территории округа. Непосредственное управление территориальными подсистемами РСЧС осуществляется постоянно действующими органами управления РСЧС и органами повседневного управления РСЧС.

В летний период при благоприятных метеорологических условиях возможно формирование селевых потоков по руслам крупных рек на территории КБР, имеющих ледниковое питание. На Приэльбрусской площади в отношении гляциальных селей высокую опасность представляет бассейн р. Адылсу. При катастрофическом развитии событий, сель сформировавшийся в результате прорыва озера Башкара, несёт угрозу для с. Эльбрус, альплагерей, временных стоянок туристов и альпинистов, федеральной автодороги Баксан – Азау и республиканской автодороги, идущей по ущелью Адылсу. Вероятна активизация гляциальных селей в долине р. Адырсу.

На верховом участке р. Черек, где строится и эксплуатируется каскад ГЭС, по некоторым притокам возможен сход селевых потоков, однако они серьезной угрозы для сооружений ГЭС не создают.

За пределами участков федеральной сети возможен сход гляциальных селей в истоках р. Малка, которые могут разрушить некоторые постройки в районе минеральных источников Джилысу, где в летнее время находятся сотни отдыхающих.

Русловые процессы отличаются большой сложностью и трудностью количественного описания. Причина этого, вероятно, в том, что на них влияет большое число природных факторов, меняющихся во времени и пространстве.

Саморегулирование русел происходит через деформации, вызываемые ими локальные изменения поля скоростей течения и гидравлических сопротивлений, перераспределение донных отложений и изменение морфологии русла в целом. При этом морфологическое строение русла оказывает обратное действие на общую структуру потока.

Русло и поток являются одним органически связанным комплексом, в котором русло отражает форму потока, а поток отражает форму русла. Речные потоки обмениваются энергией и материалом с окружающей средой. Вход и выход энергии и материала выравниваются посредством изменения типа форм, морфометрических характеристик и структуры системы в целом.

Морфологическое строение и гидравлические характеристики потока: ширина, глубина, извилистость и уклон русла, скорость течения, шероховатость определяются двумя группами факторов. Одна из них независимые бассейновые факторы, которые с одной стороны, формируют водоносность реки и режим стока воды, сток наносов за счет эрозии и склоновых процессов, с другой стороны создают ограничения развитию русловых эрозионных процессов.

3.5 Выводы по 3 разделу

1. Сделан анализа проблем экологической безопасности гидротехнических сооружений и оборудования ГЭС.
2. Выполнено обоснование необходимых рыбоохранных мероприятий при строительстве и эксплуатации ГЭС на горных участках рек.
3. Сделан анализ, выполняемых на горных участках рек защитно-регуляционных, противопаводковых и противоселевых мероприятий и их влияние на русловые процессы.

4 Проблемы наносного режима водохранилищных гидроузлов, эксплуатируемых ГЭС и анализ их влияния на природную среду

4.1 Экологический мониторинг состояний водозаборных и водохранилищных гидроузлов ГЭС, построенных на горных участках рек

4.1.1 Проблемы борьбы с наносами на горных участках рек

Как известно горные реки характеризуются высокими скоростными и наносными режимами, создающими большие проблемы при строительстве водозаборных гидроузлов ГЭС. При этом в основном проектируются и строятся ГЭС с деривационными каналами и плотинными водозаборами, где и ведется борьба с поступлением наносов. Для этого наиболее эффективными считаются водозаборные гидроузлы с водохранилищами суточного или сезонного регулирования, с помощью которых обеспечивается задержание наносов (крупных и взвешенных) до 70% и более [5,32].

На горных водохранилищах наблюдается значительное превышение количества наносов, переносимых речным стоком, поступающим вследствие обрушения берегов. Так, при заилении Мингечаурского водохранилища среднегодовое поступление наносов поверхностным стоком составлял 89,9 %, а отложения от абразии берегов – 9,1 %.

Наносы, поступающие в водохранилище, начинают распределяться по его дну и образуют грунтовой комплекс отложений. Величина грунтового комплекса характеризуется средней мощностью годового слоя – средней толщиной прироста слоя грунта водохранилища вследствие увеличения количества наносов.

На состав и размещение донных наносов в водохранилище зависит от целого ряда факторов:

- стока влекомых и взвешенных наносов»
- величины сработки водохранилища,

- степени прозрачности водохранилища,
- режима работы водозаборных и водосбросных сооружений;
- фракционного состава наносов.

Существенное заиливание водохранилища влечет за собой потерю полезного объема и, как следствие, может привести как к уменьшению диапазона регулирования объема и отметок верхнего бьефа, так и снижению пропускной способности водоприемных отверстий. В результате и уменьшению расчетного расхода деривационного канала, соответственно и снижению вырабатываемой электрической энергии ГЭС.

Для обеспечения надежности работы водозаборных гидроузлов возникает необходимость вести регулярные мониторинговые наблюдения за режимами работ водохранилищ, водозаборных сооружений и отстойников.

Периодичность каждого из видов наблюдений должна быть принята в зависимости от текущего состояния водохранилища и условий его эксплуатации. Методика проведения наблюдений должна осуществляться в соответствии с действующей нормативной документацией. Методика действующих наблюдений определяется в зависимости от установленной измерительной аппаратуры в соответствии с требованиями действующих нормативных документов [6,18].

Определение уровня воды в водохранилище должно осуществляется в районе подпорных сооружений с помощью водомерных реек или самописцев . Установка последних необходима в случае существенных изменений уровня верхнего бьефа в течение суток. Самописцы должны быть оборудованы дистанционной подачей показаний на автоматизированное рабочее место ЦПУ. На входе и на выходе водохранилища должны быть организованы наблюдения за твердым стоком наносов посредством снятия проб воды на мутность [14].

Наблюдение за полным и регулирующие объемом водохранилища, а также за характером и интенсивностью заиливания верхнего бьефа должно проводиться в межлетний период путем замеров глубины на постоянных поперечных створах

водохранилища. При необходимости должно быть проведено взятие проб для определения гранулометрического состава [9].

При суточном характере регулирования водохранилища определение динамической регулирующей ёмкости должно проводиться по скорости сработки верхнего бьефа. При недельном регулировании в случае невозможности осуществления данного способа регулирующая ёмкость должна быть определена с помощью промеров по створам водохранилища и последующего аналитического расчета .

Мероприятия по борьбе с наносами должны включать в себя :

1. Работу водохранилища в режимах, обеспечивающих наибольший транзит поступающего твердого стока,
2. Проведение руслорегулировочных и берегоукрепительных работ,
3. Проведение мелиоративных работ,
4. Осуществление промывов водохранилища,
5. Удаление наносов механическими средствами.

Способы борьбы с заилением выбираются для каждого конкретного водохранилища, исходя из местных условий. Выбор способа борьбы с заилением должен быть подкреплён технико-экономическим обоснованием.

Транзитный пропуск наносов через водохранилища должен осуществляться при сниженном уровне воды в водохранилище [8,10,11,12]. С учетом наибольшей приточности твердого стока в периоды паводка и половодья, к моменту наступления данных периодов водохранилище должно быть опорожнено до минимально возможного уровня в соответствии с установленными режимами регулирования [7]. На водохранилищах суточного регулирования должны быть предусмотрены режимы сработки верхнего бьефа до минимально возможной отметки.

В преобладающем большинстве русел, имеющих сечение непризматического очертания и переменный режим глубины, всегда существует активная полоса передвижения наносов.

Натурные исследования в горных участках рек с преобладанием галечных наносов показывают, что ширина активной полосы зависит от расходов воды в реке и возрастает вместе с увеличением расхода, при этом эта ширина в зависимости от крупности наносов и расходов воды составляет в среднем около 60-80% ширины зеркала воды. Следует констатировать, что отсутствие учёта этого фактора, главным образом в условиях гравелисто-галечных наносов, может привести при расчетах расходов донных (руслообразующих) наносов к неверным результатам.

4.1.2 Опыт борьбы с наносами в водохранилищных гидроузлах

В конце 2000-х годов в Киргизской Республике увеличилось число горных водохранилищ, заиленных до 50-70 %, или заиленных полностью, например, водохранилище на р. Майлуу-Суу. В связи с этим было решено произвести анализ необходимых мер по очистке и выполнить комплекс связанных с данными мерами работ. Рассмотрим подробно борьбу с заилением водохранилищ на реке Нарын.

Река Нарын протекает через гряду с огромным содержанием юрских меловых и третичных песчаников, глин и конгломератов. Вследствие большого уклона, а также высокой скорости течения, рекой переносится огромное количество крупных донных наносов и взвешенных наносов.

На реке Нарын построено пять гидроэлектростанций: Токтогульская, Курпсайская, Ташкумырская, Шамалдысайская, Учкурганская. Наиболее подверженной заилению наносами оказалась первая в каскаде Учкурганская ГЭС. Водоохранилище Учкурганской ГЭС было образовано в узком горном каньоне. Длина – около 17 км, площадь зеркала – 4 км², объем – 52,5 млн. м³, полезная емкость – 20,9 млн. м³. Для сохранения полезной емкости водохранилища уровень воды в верхнем бьефе был снижен на 5 м относительно НПУ, осуществлялись регулярные промывы водохранилища сосредоточенными

расходами 1000-1500 м³/с. Такой режим позволил сохранить нетронутым полезный объем водохранилища и снизить занесение до УМО на 6 лет.

Опыт борьбы с наносами в водохранилищных гидроузлах Республики Азербайджан. По данным суммарная среднегодовая величина наносов, поступающих в азербайджанские водохранилища составляет 37 млн. т. Порядка 1,6 млрд. т накопилось за полный период существования, образовались донные отложения величиной 1,99 млрд. т. Из них 80 % приходится на Мингечаурское водохранилище. Суммарный объем всех водохранилищ Азербайджана снижается на 0,22 % (47 млн.м³) в среднем в год.

Для предотвращения заиления в Азербайджане А.Ш. Мамедовым был разработан новый способ компоновки очистительных водосбросных сооружений водохранилища. Данный способ заключается в перемещении оголовка водосбросного сооружения в начало водохранилища. Головная часть в виде водоприемной башни устанавливается в русле реки УМО и НПУ. Башня состоит из двух порогов. Двухпороговая компоновка делает возможным эффективную борьбу с наносами даже в эксплуатационный период без понижения водохранилища до минимальной отметки верхнего бьефа.

4.1.3 Анализ и оценка функционирования водохранилищного гидроузла Кашхатау ГЭС

Деривационная Кашхатау ГЭС на р.Черек введена в эксплуатацию в 2010 г. Установленная мощность Кашхатау ГЭС - 65,1 МВт.

Кашхатау ГЭС является верхней регулирующей ступенью деривации каскада Нижне-Черекских ГЭС на реке Черек.

В состав гидроузла Кашхатау ГЭС входят:

- головной узел;
- деривация (безнапорная и напорная);
- станционный узел.

Забор воды из реки Черек в деривацию Кашхатау ГЭС осуществляется на головном узле сооружений, расположенном ниже слияния рек Черек–Хуламский и Черек-Балкарский у поселка Бабугент. В состав головного узла входит водозабор с четырехкамерным отстойником, где осуществляется очистка и осветление стока от наносов.

Бассейн суточного регулирования (БСР) – искусственный водоём длиной 730 м, шириной до 250 м, расположенный на участке от выходного портала деривационного туннеля до водоприемника частично в выемке, частично в насыпи. Грунты основания БСР – валунно-галечные отложения с песчаным и суглинистым заполнителем, грунты основания низового откоса правобережной дамбы - глины и суглинки лессовидные макропористые полутвердые. БСР выполняет функции напорного бассейна Кашхатау ГЭС в паводковый период и суточного регулирования в осенне-весенний и зимний меженный периоды, когда расходы воды в реке снижаются до величин $30-10 \text{ м}^3/\text{с}$.

Основные проектные параметры БСР: Полный объём при ФПУ=739,00 м - 1433,65 тыс. м³;

Объём при НПУ=738,00 м - 1313,22 тыс. м³;

Объём при УМО=729,50 м - 485,00 тыс. м³;

Полезный объём БСР между НПУ = 738,00м и УМО=729,50 м составляет 828,2 тыс. м³ и позволяет проводить лишь суточное регулирование мощности ГЭС. В режиме суточного регулирования уровни воды в БСР зависят от продолжительности работы и мощности ГЭС. При останове станции емкость бассейна наполняется до отметки НПУ головного узла 738,0 м. В течение суток уровни воды могут изменяться от проектного НПУ 738,0 м до УМО 729,5 м. В базовом режиме с максимальным расходом КГЭС может работать только в паводковый период года с июня по сентябрь.

При выполнении водохозяйственных и водно-энергетических расчётов среднемесячные уровни воды в БСР принимались равными в период с мая по сентябрь - 729,50 м, в период с октября по апрель - 734,20 м.

Волгоградский филиал АО "НИИЭС" в марте 2015 г. выполнил батиметрическую съемку БСР при уровне воды 737,10 м. Промер глубин проведен по 29 контрольным створам с расстоянием между створами 25 м, замеры глубины проводились каждые 5 м. По результатам выполненных промеров отложения наносов достигают максимальных отметок на расстоянии 150-250 м от выходного портала и составляют 729,5 -730 м у левобережной дамбы, образуя «косу», практически перекрывающую БСР в этом сечении. Максимальная высота заиления достигает 9 метров. На остальных участках БСР уровень заиления значительно ниже. Суммарный объём, отложившихся в БСР наносов составил 320 тыс. м³ по состоянию март 2015 г.

Аналогичные данные были получены в 2014 г., в результате проведенного филиалом ПАО «РусГидро»-Кабардино-Балкарский филиал» осмотра БСР, где в том числе было отмечено значительное увеличение отложений в БСР в ходе летнего паводка 2014 г. Прослеживается динамика значительного увеличения отложений наносов в БСР с 2013 по 2015 г. на участке длиной ~ 200 м от выходного портала туннеля, участке от поворота левобережной дамбы до начала обетонированного участка дна перед водоприёмником, а также на участке непосредственно перед водоприемником, за которыми велись наблюдения в этот период времени.

Данные расчетов показали, что наиболее эффективной является глубокая промывка при расходах р. Черек около 150 м³/с. При меньших расходах эффективность промывки снижается из-за не достижения максимальных скоростей течения воды и, соответственно, максимальной размывающей способности потока, а при больших расходах, влияние на снижение размывающей способности потока оказывает его высокая входная мутность. На рисунке 4.1 данные расчетов представлены в виде зависимостей эффективности глубокой промывки от расхода и ее продолжительности.

Анализируя полученные данные, можно отметить, что для удаления значимого количества наносов, например, 500 тыс. т, промывка должна

осуществляться достаточно продолжительное время - не менее 3...5 суток, расходами 150...115 м³/с.

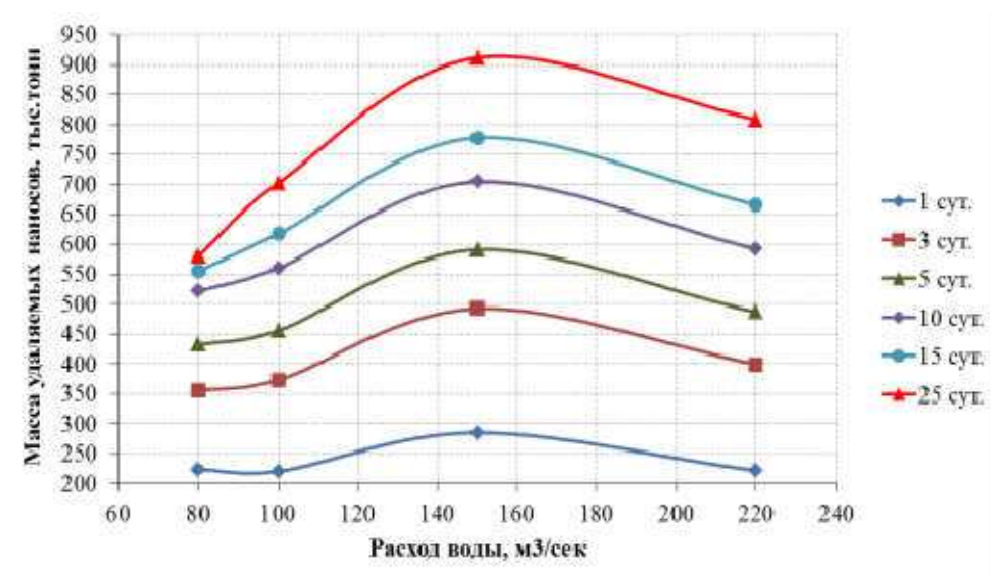


Рисунок 4.1 - Зависимость эффективности глубокой промывки водохранилища от расхода воды и ее продолжительности

4.2 Исследование и оценка влияния твердого стока горных рек на их экологическое состояние и на надежность работы сооружений ГЭС

Твердый сток рек. При проектировании ГЭС на горных участках рек одной из важных является проблема борьбы с ее твердым стоком, решение которой оказывает существенное влияние на компоновку и конструкции водозаборных и защитно-регуляционных сооружений. Масса переносимых рекой на протяжении года твердых частиц называется твердым стоком. В горных реках твердый сток преобладает над стоком растворимых веществ, а в равнинных - наоборот.

От величины твердого стока зависит мутность реки, что, в свою очередь, характеризует интенсивность эрозионной деятельности в речном бассейне. В крупных системах рек твердый сток измеряется десятками миллионов тонн в год. Например, сток возвышенных наносов реки Амур (в г. Комсомольск) - 61 млн. тонн в год, реки Терк (в г. Каргалинск) - 26 млн. тонн в год, реки Волга (в

г. Дубовка) - 25 млн. тонн в год, реки Сулак (в г. Миатлы) – 12,2 млн. тонн в год, реки Дон (в г. Раздорская) - 6 млн. тонн в год, река Черек (у п. Кашхатау) – 1,34 млн. тонн [6,7].

Важной частью геологической деятельности рек является аккумуляция продуктов эрозии, захваченных и переносимых водным потоком. Все виды речных отложений называются аллювием. Аллювий отлагается в русле, пойме и устьевой части реки и представлен валунами, гравием, песком, речным илом, глинистым материалом [16].

В верхнем течении реки отлагается наиболее крупный материал, т.к. течение здесь наиболее быстрое. Наоборот, в устьевой части отлагается самый мелкий материал. Особенно много мелкого аллювиального материала отлагается в устьевой части реки, т.к. здесь река, встречая спокойные воды озера или моря, резко снижает скорость течения. За счет аккумуляции материала в устьевой части реки возникает дельта, представляющая собой аллювиальное образование, имеющее в плане веерообразное, прямоугольное или треугольное очертание.

Твёрдый сток реки Черек. Рассмотрим характеристики твёрдого стока на примере реки Черек, на которой построен и эксплуатируется Кашхатау ГЭС. Согласно проведённым исследованиям средний многолетний объем твердого стока реки Черек в створе плотины Кашхатау ГЭС составляет 1,34 млн. тонн или 1,16 млн. м³ в год. Твёрдый сток состоит из взвешенных и влекомых наносов. (таблица 4.1).

Таблица 4.1 - Состав взвешенных и влекомых наносов в реке Черек

d, мм	> 2	2-1	1-0,5	0,5-0,2	0,2-0,1	0,1-0,05	0,05-0,01	<0,01
%	4,4	6,0	3,8	18,9	17,1	8,3	21,6	19,9

Средний диаметр взвешенных наносов равен 0.38 мм, руслоформирующих – 0,47 мм, на их долю приходится около 63 %, средний диаметр влекомых наносов – 52,1 мм.

Сток влекомых наносов составил 0,14 млн. тонн или 0,06 млн. м³ (при удельном весе 2,3 т/м³) в год. Состав донных отложений (таблица 4.2).

Таблица 4.2 - Состав донных отложений р. Черек

d, мм	>120	120-80	80-40	40-20	20-10	10-5	5-2	2-1	1-0,5	0,5-0,25	0,25-0,10	<0,10
%	21	7,1	20	21,8	4,8	4,5	2,8	3,5	3,6	6,0	2,4	2,5

Средний диаметр донных отложений равен 52,1 мм. При оценке состояния окружающей среды одним из наиболее информативных факторов являются донные отложения водных объектов, представляющие собой наносы и твердые частицы, образовавшиеся и осевшие на дно в результате внутри водоёмных процессов, в которых участвуют вещества как естественного, так и антропогенного происхождения.

Результаты исследования и оценка уровня загрязнения донных отложений головного узла Кашхатау ГЭС выявлено незначительное превышение допустимого уровня концентрации по содержанию кадмия и нефтепродуктов. Превышения уровней, требующих вмешательства не зафиксировано.

При проектировании Кашхатау ГЭС учитывалось, что водохранилище станции подвергнется быстрому заилению. Показатель условной заиляемости водохранилища предполагалось 6 лет. В действительности срок заиления стал большим, поскольку, по мере заполнения водохранилища наносами, количество и крупность сбрасываемых в нижний бьеф наносов должно возрастать.

Заиление водохранилища до отметки 736,5 м должно произойти через 15-17 лет эксплуатации. Задержание влекомых наносов в течение этого периода эксплуатации должно привести к дополнительному подъему уровней воды в хвосте первоначального выклинивания кривой подпора (примерно на 2,5 м). В результате суммарный подъем уровней воды за этот период заиления водохранилища взвешенными и влекомыми наносами составит около 12,5 м,

т.е. достигнет отметки 749,0 м. Длина подпора в этом случае должно увеличиться на 1,5 км.

Исходя из оценки хода и времени заиления водохранилища Кашхатау ГЭС можно предположить, что тело отложения взвешенных наносов достигнет порога водослива (отм. 730,8 м) примерно через 13-15 лет эксплуатации водохранилища. Перед водосливом в теле отложившихся наносов образуется конусная воронка.

Влекомые наносы подойдут к створу плотины примерно через 30 лет эксплуатации. К этому времени водохранилище Кашхатау ГЭС окажется полностью занесенным и все транзитные наносы будут свободно сбрасываться в нижний бьеф гидроузла. Уровни воды в первоначальной зоне выклинивания подпора в общей сложности могут повыситься на 19,0 м и достигнуть предельной отметки - 755,5 м. Длина подпора увеличится на 2,4 км, а в целом составит 3,7 км.

В качестве основных критериев оценки нормального функционирования ГЭС в зависимости от параметров, отражающих заиление водохранилища, должны служить характеристики соответствия эксплуатационных параметров работы станции проектным значениям, то есть зависимости расхода воды, текущей по деривации, напора и полезного объема водохранилища (БСР) от количества и состава поступающих наносов. А также влияние заиления на эксплуатационные характеристики и срок службы основного гидромеханического и вспомогательного оборудования станции и гидротехнических сооружений.

Существующие в настоящее время методы расчета заиления водохранилищ, как правило, дают лишь общую оценку условно равномерного заполнения водохранилища речными наносами. Эти методы не учитывают сложную морфометрию водохранилищ, распределение поступившего с речным стоком твердого вещества по всей акватории водохранилища и его внутригодовую динамику, обусловленную изменением водности в течение

года, регулированием стока водохранилища, влиянием ветра и ледовых явлений, осыпание берегов, образование органического осадка.

4.3 Анализ и оценка эффективности работ песколовков и отстойников в составе гидроузлов

Оценка эффективности использования песколовков. Песколовки – устройства для механической очистки воды. Согласно СНиП 2.04.03-85 применяются при расходах более 100 м³/сутки. Как правило используются для очистки сточных вод и ливнестоков от твердых примесей. Устанавливаются после сорудерживающих решеток и перед отстойником. Их функцией является облегчение работы отстойника, так как на песколовке оседает 80-90% твердых частиц.

Из-за конструктивных особенностей деривационной Кашхатау ГЭС возможна установка песколовков только после отстойника в начале деривационного канала для дополнительного осветления поступающего в БСР расхода, что при существующем состоянии эксплуатации отстойника нецелесообразно, так как высота отложений в камерах отстойника превышает ~1,5 м и при открытии деривационного канала, насыщенный твердыми частицами расход будет мгновенно заполнять песколовку, чистка которой осуществляется вручную или гидромеханическими способами с использованием насосов, что является экономически нецелесообразным в случае Кашхатау ГЭС. Также самые крупные промышленные песколовки имеют расход 100 л/с, что при необходимом для нормальной работы ГЭС в соответствии с графиком нагрузки расходе деривации, достигающем до ~50 м³/с создает необходимость размещения большого количества песколовков с таким расходом, что невозможно исходя из конструктивных параметров деривационного лотка Кашхатау ГЭС.

Оценка эффективности работы отстойника. На рис. 4.2. приведен график, показывающий периодичность промывок рабочих камер отстойника за

период с мая 2013 г. по ноябрь 2014 г. Здесь же приведены высоты отложений наносов в нижней части камеры, в соответствии с рекомендациями по эксплуатации отстойника, используемые в качестве контроля предельного заиления камер. Согласно рекомендациям, на расстоянии 10 м от нижней головы отстойника, высота отложений наносов в камере не должна превышать 1 м.

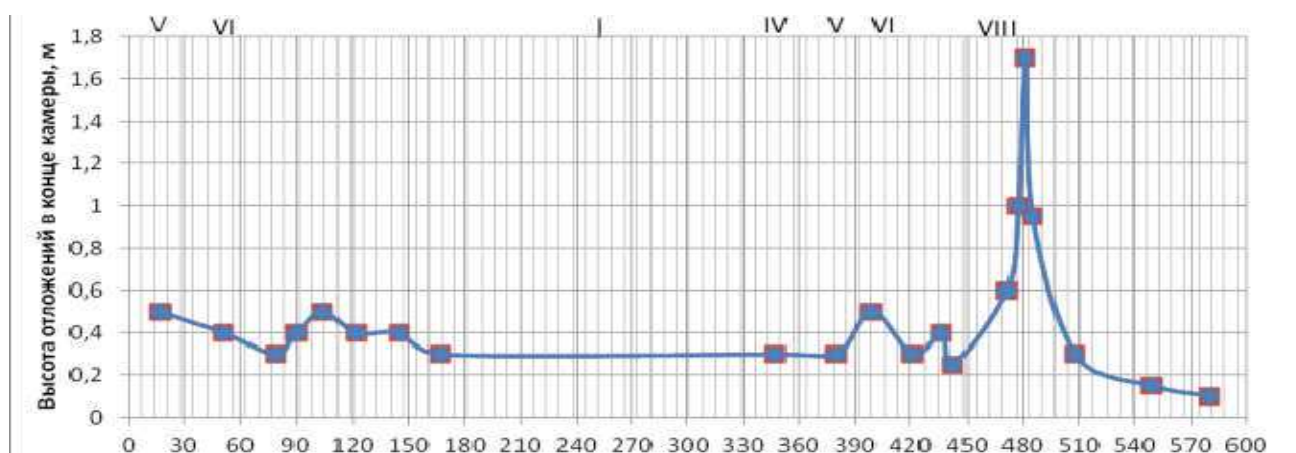


Рисунок 4.2 - График периодичности промывок камер отстойника и высота отложений наносов перед промывками

В конце мая 2013 г. была выполнена промывка водохранилища, общая продолжительность которой, с учетом времени опорожнения и последующего наполнения составила 3 суток (с 25 по 27 мая) и при среднесуточных значениях расхода р. Черек 55,3...73,5 м³/с. Промывка осуществлялась только через эксплуатационный водосброс при отключенной деривации и пропуске расходов воды в нижний бьеф, сначала в течение суток, через оба пролета водосброса, а затем, в течение 9 часов,- через один пролет, ближайший к водозабору в деривацию. Минимальный установившийся уровень воды перед плотиной при работе двух пролетов был зафиксирован на отм. 732,8 м, а при работе одного пролета - на отм. 735,0 м.

Опыт эксплуатации 4-х камерного отстойника показывает, что промывка рабочих камер происходит достаточно быстро в течении одной рабочей смены. Критерием предельного заиления камер является высота отложения наносов в

рабочих камерах на расстоянии 10 м от нижнего конца камеры, эта высота не должна превышать 1,0 м, что соответствует отметке верха отложений 730,3 м. При этом учитывая, что время предельного заиления камеры, зависящее от входной мутности потока, прогнозировать не представляется возможным, с экономической точки зрения необходимо контролировать реальные показатели заиления камер [14,15].

Для более надежного контроля за работой отстойника по отложению взвешенных наносов в рабочих камерах и сбора данных по влиянию мутности потока на абразивный износ турбинного оборудования каскада Нижне-Черекских ГЭС необходимо использовать датчики мутности потока, а также контролировать высоту отложений наносов в камерах отстойника.

По мере накопления данных по замеренным мутности и соответствующим им высотам отложений наносов в камерах необходимо внести соответствующие коррективы в алгоритм промывки камер отстойника.

При этом при достаточности расхода приточности р. Черек для обеспечения нормального расхода деривации и возможности удержания уровня воды в верхнем бьефе за счет регулирования сбросных расходов затворами эксплуатационного водосброса, обязательно открытие затворов промывных галерей в верхнем оголовке отстойника и в первую очередь наиболее удаленных затворов от эксплуатационного водосброса.

При этом при форсированной отметки воды в водохранилище «739.00» расход через одну промывную галерею составляет около 30 м³/с, а при открытии всех промывных отверстий верхнего оголовка до 70 м³/с. При этом частичное открытие промывных отверстий не допустимо из-за возможной недостаточности скорости воды в промывных галереях для транспортировки наносов и возможности забивки тракта отложениями.

В настоящее время нет сведений о гидравлических потерях в деривационном туннеле, при строительстве которого возникли непредвиденные сложности из-за обводненных грунтов.

Ранее, с целью разработки регламента эксплуатации отстойника, были выполнены исследования, в которых для отладки и верификации численных методов расчетов осаждения наносов и их смыва через промывную галерею, проводились физические эксперименты в лабораторных условиях. Выполненные затем расчеты показали, что при сравнительно небольшой исходной мутности потока на входе в камеры, не более 0,792 кг/м, время непрерывной работы, определяемое допусаемым заилением камеры или высотой отложений наносов в конце камеры не более 1,0 м, составляет не менее 3 суток.

Однако, в условиях полностью заиленного водохранилища и отсутствии возможности осаждения в нем взвешенных наносов, начальная концентрация на входе в отстойник может значительно увеличиться и в пределе сравниться с речной мутностью. В условиях большой мутности реально быстрое заиление камер отстойника.

4.4 Определение и анализ ущерба от сооружений и оборудования ГЭС водным биоресурсам

Эксплуатация сооружений и оборудования ГЭС вызывает ряд негативных воздействий на экосистему реки, наносящих вред водным биоресурсам, который будет складываться из следующих величин:

- ущерб от высыхания русла реки вследствие забора большей части расхода воды в деривацию;
- ущерб от промыва отстойника головного узла ГЭС;
- ущерб от периодического смыва селевых наносов из верхнего бьефа водохранилищ;
- ущерб от попадания гидробионтов на турбины ГЭС.

Ущерб рыбным запасам от эксплуатации ГЭС определялся по «Методике исчисления размера вреда, причиненного водным биологическим ресурсам», утвержденной Приказом Росрыболовства от 25.11.2011 №1166 [14].

Потери от обмеление и высыхания части русла реки. Определение потерь водных биоресурсов от гибели бентоса при обсыхании части русла реки Черек, а также в «шлейфе мутности» производится по формуле 4.1.

$$N = B \times (1 + P/B) \times S \times K_E \times (K_3 / 100) \times d \times \Theta \times 10^{-3}, \quad (4.1)$$

где N - потери (размер вреда) водных биоресурсов, кг, т;

B - средняя многолетняя для данного сезона года величина общей биомассы кормовых организмов бентоса, г/м²;

P/B - коэффициент перевода биомассы кормовых организмов в продукцию кормовых организмов (продукционный коэффициент);

S - площадь зоны воздействия, где прогнозируется гибель кормовых организмов бентоса, м²;

K_E - коэффициент эффективности использования пищи на рост (доля потребленной пищи, используемая организмом на формирование массы своего тела);

K_3 - средний для данной экосистемы (района) и сезона года коэффициент (доля) использования кормовой базы рыбами-бентофагами, используемыми в целях рыболовства, %;

d - степень воздействия, или доля количества гибнущих организмов от общего их количества, в данном случае отношение величины теряемой биомассы к величине исходной биомассы (в долях единицы);

Θ - величина повышающего коэффициента, учитывающего длительность негативного воздействия намечаемой деятельности и время восстановления теряемых водных биоресурсов; 10^3 - множитель для перевода граммов в килограммы или килограммов в тонны.

Потери от воздействия взвеси. Определение годовых потерь водных биоресурсов от гибели ихтиофауны при воздействии взвеси из «шлейфа мутности», а также от периодического смыва селевых наносов из верхнего бьефа водохранилищ производится по формуле (4.2).

$$N = n_{\text{ми}} \times W \times (K_1/100) \times p \times d \times \Theta \times 10^{-3}, \quad (4.2)$$

где $n_{\text{ми}}$ - средняя за период встречаемости данной стадии или весовой категории концентрация (численность) икры, личинок или ранней молоди в зоне воздействия, экз./м³;

W - объем воды в зоне воздействия, в котором прогнозируется гибель икры, личинок или ранней молоди видов водных биоресурсов, м³;

K_1 - коэффициент пополнения промыслового запаса (промысловый возврат), %;

p - средняя масса рыб промысловых размеров, г, кг;

d - степень воздействия, или доля количества гибнущей икры, личинок, ранней молоди от их общего количества, в долях единицы;

Θ - величина повышающего коэффициента, учитывающего длительность негативного воздействия намечаемой деятельности и время восстановления теряемых водных биоресурсов;

10^{-3} - показатель перевода граммов в килограммы или килограммов в тонны.

Для расчета ущерба рыбным запасам используются средние за летний и осенний периоды биомассы дрефты и зообентоса.

Зоной поражения для бентосных организмов принимается площадь дна реки, покрываемая слоем выпавшего осадка толщиной более 5 мм.

Потери в турбинах ГЭС. Определение годовых потерь водных биоресурсов от их гибели при попадании на турбины ГЭС производится по формуле (4.3).

$$N = n_{\text{им}} \times W \times [(100-K_0)/100] \times (K_1/100) \times p \times \Theta \times 10^{-3}, \quad (4.3)$$

где $n_{\text{пм}}$ - средняя за период встречаемости данной стадии или весовой категории концентрация (численность) пелагических рыб (или других представителей nekтона) в зоне водозабора, экз./м³;

W - объем воды, забираемой водозабором за расчетный период, м³;

K_0 - коэффициент эффективности рыбозащитного сооружения (РЗС) на водозаборном сооружении, определяемый как отношение количества рыб, гибель которых предотвращается РЗС, к числу рыб, которые погибли бы в водозаборном сооружении без оборудования его РЗС, %;

K_1 - коэффициент пополнения промыслового запаса (промысловый возврат), %;

p - средняя масса рыб промысловых размеров, г, кг;

Θ - величина повышающего коэффициента, учитывающего длительность негативного воздействия намечаемой деятельности и время восстановления теряемых водных биоресурсов;

10^{-3} - множитель для перевода граммов в килограммы или килограммов в тонны.

Ущерб от попадания гидробионтов на турбины ГЭС будет складываться из потерь рыбных запасов вследствие гибели:

- ихтиофауны (молодь) при попадании на турбины;
- организмов зоопланктона при попадании на турбины.

Эффективность рыбозащитных устройств для рыб составляет 70 – 80%.

Согласно экспериментальным данным проведенных исследований, при контакте с агрегатами ГЭС гибнет порядка 10% организмов зоопланктона [15].

Как правило, один - два раза в год в паводковый период проводится глубокий промыв наносов головного узла ГЭС, стоящих на горных реках. Наносы смываются мощным потоком воды в русло реки. При этом грязевой поток сметает на своем пути рыб и кормовых беспозвоночных, оставшихся еще в русле реки.

Значительное снижение биомассы зоопланктона в природных условиях отмечалось при постоянной концентрации взвеси более 20 мг/л. Критической (100% гибель) является концентрация > 100 мг/л.

Для эффективной защиты водно-биологических ресурсов рек в районах гидроузлов необходимо четко соблюдать режим промывок водохранилищ, отстойников и других сооружений, особенно в паводковые периоды. А в меженные периоды необходимо соблюдать санитарные требования эксплуатации сооружений и оборудования ГЭС. В русле реки ниже гидроузла всегда должен оставаться необходимый санитарный расход, установленный нормами для данной реки. В конструкциях сооружений гидроузлов и водозаборов в обязательном порядке должны быть предусмотрены рыбозащитные и рыбопропускные устройства. В прибрежных и пойменных зонах рек регулярно должны проводиться мониторинговые наблюдения и водоохранные мероприятия по контролю за их экологическим состоянием.

4.5 Выводы по разделу 4

На основе материалов экологического мониторинга и анализа наносных режимов горных участков рек и, расположенных на них сооружений ГЭС определены и оценены:

- влияние твердого стока рек на надежность работы сооружений;
- эффективность работы песколовок и отстойников в составе гидроузлов;
- ущерб водным биоресурсам от гидротехнических сооружений и оборудования ГЭС.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В работе подробно изучены и исследованы материалы гидроэнергетического потенциала России и Северного Кавказа, сделан анализ влияния различных факторов на строительство и эксплуатацию ГЭС. На основе обзора проблем эксплуатации построенных ГЭС уточнены их преимущества и недостатки по сравнению с другими видами энергетики. Более подробно рассмотрены природоохранные проблемы, возникающие при проектировании и строительстве ГЭС. Исследованы темпы развития гидроэнергетического строительства в России и на Северном Кавказе и сделан сравнительный анализ с другими странами мира. Сделан аналитический и графический обзор перспективы и динамики развития гидроэнергетики в РФ и в регионах северного Кавказа. Изучены вопросы надежности, безопасности и безаварийной работы сооружений и оборудования ГЭС. Более подробно изучены и исследованы проблемы влияния гидроэнергетики на окружающую среду и пути их решения. Дана оценка влияния объектов ГЭС на окружающую среду и на водные биоресурсы рек. Разработана и предлагается модель деривационного канала с природоохранными мероприятиями. По материалам эксплуатируемых гидроузлов изучены и исследованы проблемы наносного режима горных участков рек и сооружений, их влияния на природную среду. Сделан анализ эффективности работ наносоудерживающих сооружений и дана оценка ущерба водным биоресурсам от работы сооружений и оборудования ГЭС. Приведены необходимые обоснования по совершенствованию природоохранных мероприятий и по повышению экологической безопасности сооружений и оборудования ГЭС. По результатам всей работы сделаны общие выводы:

1. Изучены и исследованы проблемы использования гидроэнергетического потенциала в России и в регионах Северного Кавказа.
2. Сделан анализ перспективы развития гидроэнергетического строительства в России и на Северном Кавказе.

3. Сделано обоснование эффективности, экологической безопасности и социальной значимости гидроэлектростаций.

4. Проблемы влияния эксплуатируемых гидротехнических сооружений и оборудования ГЭС на водные биоресурсы рек подробно изучены и исследованы.

5. Сделан анализ и изучены проблемы наносного режима участков горных рек и водохранилищных гидроузлов, и их влияния на природную среду.

6. Сделано обоснование необходимости совершенствования природоохранных мероприятий при строительстве и эксплуатации ГЭС.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Авакян А.Б., Лебедева И.П. Водохранилища XX века как глобальное географическое явление // Изв. РАН. Сер. геогр. 2002. № 3.
2. Беллендир Е.Н. и др. Система обеспечения безопасности объектов гидроэнергетики ОАО «Русгидро», 2013. 13-35 с.
3. Гвелесиани Л.Г., Шмальцель Н.П., Горные водохранилища гидроэлектростанций, Известия ТНИСГЭИ, 1964, т. 15.
4. Гоголев Е.С. К методике прогнозирования тепловой переработки обрывистых берегов водохранилищ, сложенных сильнольдистыми грунтами // Тезисы докладов Четвертого Всесоюзного совещания по изучению берегов сибирских водохранилищ. Якутск, Институт мерзлотоведения СО АН СССР, 1975, с. 73-74.
5. Гуревич В.М. Применение метода натуральных моделей для прогнозирования переработки термоабразионных берегов водохранилищ // Береговые процессы в криолитозоне. Новосибирск, Изд-во Наука, 1984, с. 105-110.
6. «Инструкция по эксплуатации гидротехнических сооружений Кашхатау ГЭС» №1549-39-Т1. Актуализация. М.: ОАО «Институт Гидропроект», 2008.
7. Кашкай Р.М. Проблемы регулирования стока и его рациональное использование // Географический вестник 3(26), 2013.
8. Курбатова И.Е. Мониторинг трансформации Краснодарского водохранилища с использованием спутниковых данных высокого разрешения // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2014. Т. 11. № 3. с. 42–53.
9. Качугин Е.Г. Инженерно-геологические исследования и прогнозы переработки берегов водохранилищ // Рекомендации по изучению переработки берегов водохранилищ. М., Госгеолтехиздат, 1959, с. 3-89.

10. Критерии отнесения опасных отходов к классу опасности для окружающей природной среды: Приказ Министерства природных ресурсов Российской Федерации от 15.06.2001 г., №511.

11. Методика исчисления размера вреда, причиненного водным биологическим ресурсам: утвержденный Приказом Росрыболовства от 25.11.2011 №1166.

12. Научно-технический отчет по теме: «Численное исследование подводящей деривации и системы очистки от отложений бассейна суточного регулирования Советской ГЭС.» (договор № 111-2006 от 01.06.2006 г). НПП «АКВАРИУС», Москва, 2004.

13. НТО «Проведение исследований для разработки регламента эксплуатации деривационного отстойника каскада Нижне-Черекских ГЭС» Этап №2 (заключительный) Выполнение исследований. Разработка регламента эксплуатации. Составление и выпуск НТО (договор №149-2007 от 19.03.2007 г.), М.: НПП «АКВАРИУС», 2007.

14. Научно-технический отчет по теме: «Экспериментальные исследования занесения водохранилищ и пропуска наносов через гидроузлы Нижне-Черекских ГЭС», АООТ «НИИЭС», Москва 1997.

15. Оценка ущерба водным биологическим ресурсам реки Черек от эксплуатации каскада Нижне-Черекских ГЭС: Отчет по НИР Дагестанского филиала ФГУП «КаспНИРХ», г. Махачкала, 2016 г., 98 с.

16. Об охране атмосферного воздуха: Федеральный закон Российской Федерации от 04.05.1999 г., №96-ФЗ.

17. О нормативах выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух и вредных физических воздействий на него: Постановление Правительства Российской Федерации от 2.03.2000 г., №183.

18. Об отходах производства и потребления: Федеральный закон Российской Федерации от 14.06.1998 г., №89-ФЗ.

19. Парфеник А.Н. Рыбы водоемов Кабардино-Балкарской АССР и меры по сохранению их запасов. Природа Кабардино-Балкарии и ее охрана. Сб. статей, Нальчик, 1966, с. 61-79.
20. Пособие для изучения правил технической эксплуатации электрических станций и сетей. Раздел 3 – Гидротехническое сооружение и водное хозяйство электростанции. Введен в 2000 – М.: ОРГРЭС, НЦ ЭНАС.
21. Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации (ПТЭ). - М: СПО ОРГРЭС, 2003.
22. ПР 34-70-009-83 «Правила эксплуатации заиляемых водохранилищ малой и средней емкости», М.: СПО «Союзтехэнерго», 1985.
23. РД 34.20.162 Рекомендации по проектированию организации эксплуатации ГЭС и ГАЭС. Введен в 1990 – М.: Министерство энергетики и электрификации СССР.
24. Сабанеев Л.П. Рыбы России. Жизнь и ловля (ужение) наших пресноводных рыб. Т. 1. М., «Терра», 1993. с. 194-203.
25. СТО 70238424.27.140.042-2009 Гидроэлектростанции. Долго-временные наблюдения за развитием техноприродных процессов в зоне взаимодействия оснований и сооружений. Нормы и требования. Введен в 2009 – М.: НП «ИНВЭЛ».
26. Санитарные правила и нормы охраны поверхностных вод от загрязнения: СанПиН 4630-88: / Мин-во здравоохранения - М.: 1988.
27. Тер-Степанян Г.И. О вековой глубинной ползучести склонов // Проблемы геомеханики. – 1968, №2, с. 8-31.
28. Энергетическая стратегия России на период до 2030 года. М.: Энергия, 2010. 184 с.
29. World Atlas and Industry Guide – Hydropower&DAMS London: The International Journal on Hydropower and Dams. Aqua-Media International Ltd, 2014.
30. Meleshko V.P., Kattsov V.M., Shkolnik I.M., Mirvis V.M., Govorkova V.A. Change and variability of climate in northern Eurasia at 21st century: evaluation

based on AOGCM ensemble Voeikov Main Geophysical Observatory, Roshydromet, St. Petersburg, Russia. 2006.

31. Newbury R.W., Beaty K.G., McCullough G.K. Initial shoreline erosion in a permafrost affected reservoir Southern Indian Lake, Canada // Proceeding of Third Intern. Conf. on Permafrost. Ottawa, 1978. V. 1. P. 834-839.

32. Bagnold R.A. The nature of saltation and of "bed-load" transport in water. Proc. Roy. Soc. L., 1973, A322, №1591, 473-504.

33. U.S. Army Corps of Engineers, Hydrologic Engineering Center (HEC), "HEC-6, Scour and Deposition in Rivers and Reservoirs, User's Manual", Davis, USA, 1993.

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
САЯНО-ШУШЕНСКИЙ ФИЛИАЛ

Кафедра «Гидроэнергетики, гидроэлектростанций, электроэнергетических
систем и электрических сетей»

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

 И. Ю. Погоняйченко

подпись инициалы, фамилия

« 19 » 06 2018 г.

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

13.04.02 - Электроэнергетика и электротехника

13.04.02.06 - Гидроэлектростанции

**ПРИРОДООХРАННЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ И
ЭКСПЛУАТАЦИИ ГЭС**


Руководитель

 19.06.18г.
подпись, дата

Руков. ГР.ОС.
должность


инициалы, фамилия

Выпускник


 19.06.18 г.
подпись, дата

И.Е. Кладько
инициалы, фамилия

Рецензент

 19.06.18
подпись, дата

Науч. сотрудник ДТ
должность
ИИО "Гидроэнерго"


инициалы, фамилия

Нормоконтролер

 19.06.18
подпись, дата

А.А. Чабанова
инициалы, фамилия

Саяногорск; Черемушки 2018