

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)»

Высшая школа экономики и управления

Кафедра «Экономическая безопасность»

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

Зав. кафедрой ЭБ, д.э.н. доцент

_____ / А.В. Карпушкина /

« ____ » _____ 2019 г.

**Экономическая экспертиза водных антропогенных объектов в чрезвычайных
ситуациях
(на примере Дальневосточного федерального округа)**

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

ЮУрГУ – 38.05.01. 2019 408. ВКР

Консультант, должность

_____ / _____ /

« ____ » _____ 2019 г.

Руководитель ВКР д.т.н. профессор

_____ / В. Г. Гурлев /

« ____ » _____ 2019 г.

Консультант, должность

_____ / _____ /

« ____ » _____ 2019 г.

Автор

студент группы ЭУ – 591

_____ / Н. Д. Бужан /

« ____ » _____ 2019 г.

Консультант, должность

_____ / _____ /

« ____ » _____ 2019 г.

Нормоконтролер, ст. преподаватель

_____ / А. Е. Черепанова /

« ____ » _____ 2019 г.

Челябинск 2019

АННОТАЦИЯ

Бужан Н.Д. «Экономическая экспертиза водных антропогенных объектов в чрезвычайных ситуациях (на примере Дальневосточного федерального округа)» – Челябинск: ЮУрГУ, ЭУ-591, 89 с., 11 табл., библиогр. список – 18 наим.

Выпускная квалификационная работа выполнена на основе методических, теоретических и организационных положений. Социально-экономический ущерб возможных чрезвычайных ситуаций антропогенных водных объектов проанализирован на примерах предполагаемых сценариев. Изложена краткая методическая основа оценки чрезвычайных ситуаций антропогенных водных объектов.

Усовершенствованы методы оценки социально-экономического ущерба при чрезвычайных ситуациях антропогенных водных объектов.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	7
1 СОСТОЯНИЯ АНТРОПОГЕННЫХ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА.....	8
1.1 Общие сведения о гидротехнических сооружениях.....	8
1.2 Общая характеристика антропогенных водных объектов Дальневосточного федерального округа.....	12
1.3 Гидротехнические аварии, примеры.....	33
2 МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ УЩЕРБОВ ОТ АВАРИЙ НА ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЯХ.....	40
2.1 Структура определения ущерба.....	40
3 ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЗМЕРА ВЕРОЯТНОГО ВРЕДА В ДЕНЕЖНОМ ВЫРАЖЕНИИ ОТ ВОЗМОЖНОЙ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОЙ АВАРИИ 3-Х ВИДОВ ГТС.....	66
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	79
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	81
ПРИЛОЖЕНИЕ. Альбом иллюстраций.....	82

ВВЕДЕНИЕ

Сегодня основная проблема водного хозяйства связана с высоким уровнем антропогенных нагрузок на водные ресурсы земли. Безусловно, невозможно отказаться от строительства, ведения хозяйства, но можно сократить их плохое воздействие, используя технологии, которые будут оказывать меньшее воздействие на природу.

Многие современные гидротехнические сооружения (ГТС) функционируют более 20 – 40 лет. Это значит, что они нуждаются в особом внимании, а это следствие необходимости рассмотрения сценариев различных возможных аварий, предусмотреть оценку последствий и составление карт последствий разрушения гидротехнических сооружений.

По оценке МЧС России, уже сейчас ущерб только от природных бедствий во много раз превышает возможности мирового сообщества по оказанию гуманитарной помощи пострадавшим. Подобное положение вещей вынуждает учитывать возможный экономический ущерб при разработке государственной экономической политики, прогнозов социально-экономического развития государства и его территорий. Это нашло отражение в законах Российской Федерации «О промышленной безопасности опасных производственных объектов»¹, «О безопасности гидротехнических сооружений»², «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера»³, «Об охране окружающей среды»⁴.

¹ Федеральный закон "О промышленной безопасности опасных производственных объектов" от 21.07.1997 N 116-ФЗ

² Федеральный закон "О безопасности гидротехнических сооружений" от 21.07.1997 N 117-ФЗ

³ Федеральный закон "О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера" от 21.12.1994 N 68-ФЗ

⁴ Федеральный закон "Об охране окружающей среды" от 10.01.2002 N 7-ФЗ

1 СОСТОЯНИЯ АНТРОПОГЕННЫХ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА

1.1 Общие сведения о гидротехнических сооружениях

Особенностью и отличаем ГТС от других инженерных сооружений состоит в том, что они работают (эксплуатируются), находясь в стоячей или движущейся воде, которая оказывает на них механическое (силовое), физико-химическое и биологическое воздействия. Механическое воздействие воды на сооружение сказывается в виде гидростатического и гидродинамического давления. Давление воды является основной нагрузкой большинства гидротехнических сооружений, определяющей их размеры и формы. Вода оказывает механическое давление на гидротехнические сооружения не только как жидкость. В холодный период ледяной покров, образующийся в водоемах, может производить статическое давление при повышении температуры льда и динамическое – в виде ударов плывущих льдин. Физико-химическое и биологическое действие воды сказывается на материале сооружения и на водонепроницаемом грунте основания. Вода, двигаясь с большими скоростями, истирает поверхности сооружения, разрушает речное ложе; металлические части подвергаются коррозии, вследствие чего полезная толщина их постепенно уменьшается.

В соответствии с ГОСТ Р 22.0.02-94. «Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Термины и определения основных понятий» чрезвычайная ситуация (ЧС) – обстановка на определённой территории или акватории, сложившаяся в результате аварии, опасного природного явления, катастрофы, стихийного или иного бедствия, которые могут повлечь или повлекли за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или ущерб окружающей природной среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей.

Понятия определяющие чрезвычайную ситуацию представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Основные понятия, термины и определения, используемые при оценке чрезвычайной ситуации

Наименование	Нормативная литература	Определение
Чрезвычайная ситуация (ЧС) на гидротехнических сооружениях (ГТС)	<p>ГОСТ Р 22.0.03-95 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Природные чрезвычайные ситуации. Термины и определения.</p> <p>ГОСТ Р 22.0.05-94 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Техногенные чрезвычайные ситуации. Термины и определения</p>	<p>Обстановка на определённой территории или акватории, сложившаяся в результате аварии на ГТС, которые могут повлечь или повлекли за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или нарушение условий жизнедеятельности людей.</p>
Окружающая среда		<p>Совокупность компонентов природной среды, природных и природно-антропогенных объектов, а также антропогенных объектов.</p>
Природная среда		<p>Совокупность компонентов природной среды, природных и природно-антропогенных объектов.</p>
Компоненты природной среды		<p>Земля, недра, почвы, поверхностные и подземные воды, атмосферный воздух, растительный и животный мир, а также иные организмы обеспечивающие благоприятные условия для существования жизни на Земле.</p>

Окончание таблицы 1

Наименование	Нормативная литература	Определение
Хранилище бесплотное	РД 09-255-99 Методические рекомендации по оценке технического состояния и безопасности хранилищ производственных отходов.	Искусственная или естественная ёмкость, включающая в себя комплекс сооружений, обусловленных и эксплуатируемых в соответствии с проектами и предназначенных для размещения полезных ископаемых.
Ликвидация чрезвычайных ситуаций	СП 11-113-2002 Порядок учета инженерно-технических мероприятия гражданской обороны и мероприятий по предупреждению чрезвычайных ситуаций при составлении ходатайства о намерениях инвестирования в строительство и обоснований инвестиций в строительство зданий и сооружений.	Аварийно-спасательные и другие неотложные работы, проводимые при возникновении чрезвычайных ситуаций и направленные на спасение и сохранение здоровья людей, снижение размеров ущерба окружающей природной среде и материальных потерь, а также на локализацию зон чрезвычайных ситуаций, прекращения действия характерных для них опасных факторов.

Определение размера вреда, который может быть причинён жизни, здоровью физических лиц, имуществу физических и юридических лиц в результате аварии гидротехнических сооружений ГТС. Методика определения размера вреда, который может быть причинён в результате аварии гидротехнического сооружения, поднадзорных Госгортехнадзору России и МЧС России, разработана в соответствии с Федеральным законом⁵ от 21 июля 1997 г. № 117-ФЗ.

Термины и определения, используемые при определении размера ущерба.

Гидротехнические сооружения (ГТС) – плотины, сооружения (дамбы), ограждающие хранилища жидких отходов промышленных предприятий (организаций), водосбросные, водоспускные сооружения, туннели, каналы, насосные станции, устройства от размывов на каналах, а также другие сооружения, предназначенные для предотвращения вредного воздействия вод и жидких отходов на окружающую природную среду [ГОСТ Р 22.0.06-95 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Источники природных чрезвычайных ситуаций. Поражающие факторы. Номенклатура параметров поражающих воздействий. ГОСТ Р 22.0.07-95 Безопасность в чрезвычайных ситуациях].

Эксплуатирующая организация – государственное или муниципальное унитарное предприятие либо организация другой организационно-правовой формы, на балансе которой находится ГТС.

Собственник гидротехнического сооружения – Российская Федерация, субъект Российской Федерации, муниципальное образование, физическое лицо или юридическое лицо независимо от его организационно-правовой формы, имеющие права владения, пользования и распоряжения ГТС.

Остаточная стоимость – стоимость основных фондов, ещё не перенесённая на продукт: на вновь введённых в эксплуатацию объектах, совпадает с первоначальной стоимостью, на действующих – на величину износа.

⁵ «О безопасности гидротехнических сооружений», постановлением Правительства Российской Федерации от 18 декабря 2001 г. № 876 «Об утверждении правил величины финансового обеспечения гражданской ответственности за вред, причинённый в результате аварии ГТС».

Стоимость замещения – сумма затрат на создание объекта, аналогичного объекту оценки, в ценах, существующих на дату проведения оценки, с учётом износа объекта.

Восстановительная стоимость – стоимость воспроизводства основных фондов в условиях данного года; определяется путём периодической переоценки основных фондов с учётом их физического состояния и морального износа и действующих на момент переоценки оптовых цен, тарифов и сметных норм, расценок на строительные-монтажные работы.

Водозабор – забор воды из водоёма, водотока или подземного водо-источника [ГОСТ 19185-73. Гидротехника. Основные понятия. Термины и определения].

Зона затопления – зона в пределах, которой происходит движение потока, образующегося при разрушении дамбы (плотины) [РД 09-391-99. Методика расчёта зон затопления при гидродинамических авариях на хранилищах производственных отходов химических предприятий].

Катастрофическое затопление – территория, на которой затопление имеет глубину 1,5 метра и более и может повлечь за собой разрушение зданий и сооружений, гибель людей, выход из строя оборудования предприятий [СНиП II-89-80*. Генеральные планы промышленных предприятий].

Вероятный вред – оценённый в рублях размер максимального вреда, который может быть причинён жизни, здоровью физических лиц, имуществу физических и юридических лиц в результате аварии ГТС [ГОСТ Р 22.10.01-2001 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Оценка ущерба].

1.2. Общая характеристика антропогенных водных объектов Дальневосточного федерального округа (ДФО)

Дальневосточный федеральный округ - крупнейший федеральный округ России, административное формирование на Дальнем Востоке. Занимает 36% территории страны – 6216,9 тыс. м².

В его состав входят 11 субъектов РФ: Амурская область, Республика Бурятия, Еврейская автономная область, Забайкальский край, Камчатский край, Магаданская область, Приморский край, Республика Саха (Якутия), Сахалинская область, Хабаровский край, Чукотский автономный округ.

Административный центр округа – город Владивосток. Полномочный представитель Президента РФ в ДФО – Трутнев Юрий Петрович.

Крупнейшие города округа (1 января 2018): Владивосток (604 901 чел.), Хабаровск (618 150 чел.), Комсомольск на Амуре (254 540 чел.), Благовещенск (225 091 чел.), Петропавловск-Камчатский (181 216 чел.), Якутск (311 760 чел.).

Водные ресурсы округа представлены речной сетью протяжённостью свыше 4,047 млн км, озёрами и искусственными водоёмами площадью более 112 тыс. км², болотами и заболоченными землями общей площадью свыше 423 тыс. км².

Дальневосточный федеральный округ занимает первое место в Российской Федерации по протяжённости речной сети и площади болот и заболоченных земель; второе место по густоте речной сети после Северо-Западного и площади озёр и искусственных водоёмов после Сибирского федерального округа. Крупнейшие реки ДФО представлены в таблице 2. Крупнейшие водохранилища представлены в таблице 3.

Таблица 2 – Крупнейшие реки ДФО

Наименование объекта (реки)	Характеристика объекта		
	Длина, км	Бассейн, км ²	Расход воды, м ³ /с
Амур	2824	1855000	12800
Колыма	2129	643000	3800
Анадырь	1150	191000	2160
Индигирка	1726	360000	1570
Яна	872	238000	1021

Таблица 3 – Крупнейшие водохранилища ДФО

Наименование объекта (водохранилища)	Характеристика объекта			
	Длина, км	Ширина, км	Площадь, км ²	Объем, км ³
Зейское	227	24	2420	68,4
Бурейское	234	5	675	20
Колымское	148	6	441	14,56
Вилуйское	470	18	2360	40,4

Зейское водохранилище – водохранилище на реке Зея в Амурской области России. Образовано плотиной Зейской ГЭС в 1974-1980 годах. Расположение Зейского водохранилища представлено на рисунке 1.



Рисунок 1 – Зейское водохранилище

Зейское водохранилище – водохранилище на реке Зея в Амурской области России. Образовано плотиной Зейской ГЭС в 1974-1980 годах.

Водоохранилище простирается вверх по течению Зеи от плотины ГЭС выше города Зея. На участке длиной 40 километров в пределах хребта Тукурингра представляет собой узкий водоём с заливами, образованными в местах впадения притоков Зеи, а выше по течению, в пределах Верхнезейской котловины, переходит

в широкий водоём. Байкало-Амурская магистраль проходит вдоль северного побережья водоёма и пересекает залив водохранилища 1100-метровым железнодорожным мостом между посёлками Верхнезейск и Горный.

Длина Зейского водохранилища в Амурской области составляет 227 км, наибольшая ширина 24 км, площадь 2420 км², объём 68,4 км³, глубина от 4 до 30 метров. Зейское водохранилище по объёму воды занимает третье место в России после Братского (169,3 км³) и Красноярского (73,3 км³). Зимой толщина льда достигает от 120 до 150 см и более. В северной части водохранилище имеет озеровидную форму, на юге оно принимает каньонообразную форму.

Водохранилище заполняется ежегодно на 87 % во второй половине лета и осенью под действием тихоокеанских муссонов.

Водохранилище образовано при строительстве плотины ГЭС на реке Зее в 1964 году. Она построена в месте так называемых Зейских Ворот, где река прорезает горную цепь хребтов Тукурингра и Соктахан. Заполнялось водохранилище в 1974 – 1980 годах. Оно выполняет роль регулировщика стока вод реки.

Зейская ГЭС – гидроэлектростанция на реке Зея в Амурской области, у города Зея. Вторая по мощности гидроэлектростанция на Дальнем Востоке России. Имеет самую высокую в России плотину контрфорсного типа, а также самые мощные диагональные гидротурбины. Зейская ГЭС является филиалом ПАО «РусГидро». Зейская ГЭС представлена на рисунке 2.



Рисунок 2 – Фотография Зейской ГЭС, 2015 г.

Зейская ГЭС представляет собой плотинную гидроэлектростанцию с приплотинным зданием ГЭС. Установленная мощность электростанции — 1330 МВт, среднегодовая выработка электроэнергии – 4910 млн кВт·ч. Сооружения гидроузла имеют I класс капитальности и включают в себя плотину, здание ГЭС, открытое распределительное устройство (ОРУ).

Плотина Зейской ГЭС бетонная, массивно-контрфорсная. Общая длина плотины – 714,2 м, максимальная высота – 115,5 м. Конструктивно плотина разделяется на водосбросную часть длиной 180 м, станционную часть длиной 144 м, левобережную глухую часть длиной 240,2 м и правобережную глухую часть длиной 150 м. Плотина состоит из 44 секций, типовая секция имеет ширину 15 м, из которых 7 м занимает контрфорс и 8 м – полость. С правым берегом плотина сопряжена бетонными подпорными стенками. В правобережной части плотины расположен водозабор для водоснабжения г. Зеи, представляющий собой два глубинных прямоугольных отверстия размером 1×1,5 м с порогами на отметке 292,75 м; расчетная пропускная способность водозабора 0,23 м³/с.

В водосбросной части плотины имеется восемь пролётов шириной по 12 м, оборудованных плоскими затворами. Вода сбрасывается по гладкой водосливной грани плотины, которая заканчивается носком – трамплином. Вода с трамплина отбрасывается в нижний бьеф, где происходит гашение её энергии в яме размыва. Пропускная способность водосброса при НПУ – 2640 м³/с, при отметке начала холостых сбросов (317,5 м) – 4800 м³/с, при ФПУ – 9500 м³/с.

В станционной части плотины находятся шесть водоприёмников, четыре из которых имеют пороги на отметке 257 м. и два – на отметке 275 м. Водоприёмники оборудованы сороудерживающими решётками, а также плоскими аварийно-ремонтными затворами. Из водоприёмников берут начало железобетонные (с внутренней металлической облицовкой) водоводы диаметром по 7,8 м, расположенные в бетоне низовой грани плотины.

В здании ГЭС приплотинного типа длиной 144 м установлено 6 вертикальных гидроагрегатов – 4 гидроагрегата мощностью по 225 МВт, 2 гидроагрегата

мощностью по 215 МВт. Гидроагрегаты конструктивно идентичны, каждый из них включает в себя поворотно-лопастную диагональную гидротурбину Д45-2556-В-600, работающую при расчётном напоре 78,5 м, и гидрогенератор СВ-1130/220-44ХЛ4. Гидроагрегаты изготовлены предприятиями, в настоящее время входящими в концерн «Силовые машины».

Гидроагрегаты выдают электроэнергию на напряжении 15,75 кВ, каждый генератор подключён к своему трёхфазному трансформатору. Два генератора подключены к трансформаторам ТНЕРЕ 265000/242/15,75-РН и ТЦ-250000/220 и выдают, четыре генератора к трансформаторам ТЦ-250000/500 (3 шт.) и ТНЕРЕ 265000/525/15.75-РН (1 шт.), а через них – к открытому распределительному устройству (ОРУ) напряжением 220/500 кВ. Для связи частей ОРУ 220 и 500 кВ между собой установлена группа из трёх однофазных автотрансформаторов АОДЦТН-167000/500/220.

Зейская ГЭС является третьей по мощности электростанцией на Дальнем Востоке России (после Бурейской ГЭС и Приморской ГРЭС). Учитывая ограниченный диапазон регулирования гидротурбин Бурейской ГЭС, высокоманевренные гидротурбины Зейской ГЭС являются основным резервом для вторичного регулирования частоты и мощности в Объединённой энергосистеме Востока. По состоянию на начало 2018 года Зейская ГЭС выработала более 190 млрд кВт.ч дешёвой возобновляемой электроэнергии.

Помимо выработки электроэнергии, Зейская ГЭС имеет большое значение для защиты региона от катастрофических наводнений, для чего водохранилище станции имеет специальную противопаводковую ёмкость выше НПУ. Также Зейская ГЭС при помощи специальных судоходных попусков способствует судоходству по Зее, в частности проводке караванов барж с оборудованием для строящегося Амурского газоперерабатывающего завода.

Бурейское водохранилище – водохранилище на реке Бурее в Амурской области и Хабаровском крае России представлено на рисунке 3



Рисунок 3 – Бурейское водохранилище

Площадь водохранилища при нормальном подпорном уровне (НПУ) – 750 км², при уровне мёртвого объёма (УМО) – 400 км², протяжённость – 234 км, ширина – до 5 км, полная и полезная ёмкость водохранилища – 20,94 и 10,73 км³ соответственно. Отметка нормального подпорного уровня составляет 256 м над уровнем моря. Среднегодовой расход — 866 м³/с.

Образуется плотиной Бурейской ГЭС (у посёлка Талакан), построенной и введённой в эксплуатацию в 1979 – 2009 годах и входящей в Бурейский каскад ГЭС и водохранилищ: ниже по течению планируется создание Нижнебурейского водохранилища после завершения строительства одноимённой ГЭС у посёлка Новобурейский. Водоохранилище пригодно для судоходства.

Климатические условия в районе водохранилища обусловлены муссонными дождями в летнее – осенний период, с появлением черт резко континентального климата. Зима здесь суровая, малоснежная. Средняя температура –31° С, даже в тёплое время года бывают заморозки. Только июль можно назвать летним месяцем, где средняя температура колеблется от +19° С до 40° С.

Бурейская ГЭС – гидроэлектростанция, расположенная на реке Бурее, в Амурской области у посёлка Талакан. Крупнейшая электростанция на Дальнем Востоке России. Водоохранилище ГЭС расположено на территории двух субъектов федерации – Амурской области и Хабаровского края. Является верхней ступенью

Бурейского каскада ГЭС. Имея установленную мощность 2010 МВт, Бурейская ГЭС входит в десятку крупнейших гидроэлектростанций России. В 2011 году Бурейская ГЭС была выведена на полную мощность, а в декабре 2014 года станция была полностью сдана в постоянную эксплуатацию. Бурейская ГЭС представлена на рисунке 4.



Рисунок 4 – Фотография Бурейской ГЭС, 2016 г.

Основные сооружения Бурейской ГЭС расположены на реке Буре в Талаканском створе, расположенном в 174,5 километрах от устья Буреи. Ближайшая станция железной дороги, Буря Забайкальской железной дороги находится в 80 километрах.

В районе Бурейского гидроузла характерна верхнепалеозойская гранитная интрузия, с рыхлыми отложениями неоген-четвертичного возраста. Количество и величина трещин и микротрещин в указанных гранитах варьируется, но в целом их водопроницаемость низка. Вторичные изменения в породе наблюдаются в незначительной степени, в основном это разрушение минералов внутри горных пород из-за тектонических движений и выветривание.

Указанные граниты, в основном имеют монолитный внешний облик и постоянный минеральный и петрографический состав. На левом склоне, в районе примыкания плотины, обнаружено пятно многолетнемерзлых пород.

Гидроузел расположен в пределах единого тектонического блока. Выявленные разрывные нарушения подразделяются на зоны III, IV и более высоких порядков. В створе гидроузла преимущественно распространены тектонические зоны и крупные трещины северо-западного простирания, в основном крутопадающие. Фоновая сейсмичность составляет 8 баллов при повторяемости 1 раз в 10 000 лет.

Площадь водосбора Буреи в створе Бурейской ГЭС составляет 65 200 км². Среднемноголетний расход воды реки в створе ГЭС – 866 м³/с, годовой объём стока 27,4 км³, модуль стока – 13,3 л/с·км². Питание Буреи на 70 % состоит из сезонных муссонных дождей, в весенне-осенний период через створ проходят от 3 до 15 кратковременных паводков с подъёмом воды до 14 м. Максимальный расход воды во время паводка наблюдался в реке 7 июня 1972 года и составлял 14 500 м³/с, минимальный – 7 августа 1954 года (195 м³/с). Максимальный расчётный паводок обеспеченностью 1 % составляет 18 600 м³/с.

Климат в районе расположения ГЭС сочетает в себе черты муссонного и резко континентального. В зимние месяцы устанавливается морозная и ясная погода, снежный покров невелик. Среднегодовая температура в районе ГЭС отрицательная (–3,5 °С). Среднемесячная температура июля равна +19 °С (абсолютный максимум равен +41 °С), а в январе составляет –31 °С (абсолютный минимум равен –57 °С). Заморозки наблюдаются в течение всего тёплого времени года, за исключением июля. Переход температур через 0° происходит в середине октября и апреля.

Бурейская ГЭС представляет собой мощную высоконапорную гидроэлектростанцию приплотинного типа. Конструктивно сооружения ГЭС разделяются на плотину, здание ГЭС, открытое распределительное устройство (ОРУ) и здание элегазового комплектного распределительного устройства (КРУЭ).

В гидроузле отсутствуют судопропускные сооружения, в связи с чем речные суда через него проходить не могут. Ниже гидроэлектростанции ведётся

строительство её контррегулятора – Нижне – Бурейской ГЭС мощностью 320 МВт, составляющей с Бурейской ГЭС единый технологический комплекс. Бурейская ГЭС и Нижне-Бурейская ГЭС спроектированы институтом «Ленгидропроект». Строительство Нижне-Бурейской ГЭС позволит снять все ограничения в режиме работы Бурейской ГЭС, обеспечивая допустимые режимы изменения уровня воды в нижнем течении Буреи и в среднем течении Амура.

Напорный фронт Бурейской ГЭС образует железобетонная гравитационная плотина, устойчивость и прочность которой обеспечивается собственным весом с опорой на скальное ложе реки. Железобетонная гравитационная плотина длиной 744 м, высотой 140 м. состоит из водосливной части длиной 180 м, станционной части длиной 144 м, левобережной глухой части длиной 195 м. и правобережной глухой части длиной 225 м. Максимальный статический напор – 122 м. Плотина разделена радиальными температурно-осадочными швами через 12 – 15 м. Она сложена из трёх видов бетона: верхняя часть выполнена из высококачественного вибрированного бетона, центральная часть – из малоцементного укатанного бетона, а низовая грань – из вибрированного морозостойкого бетона. В качестве основного противofильтрационного элемента предусмотрена глубокая цементационная завеса по оси плотины в сочетании с дренажом низовой части основания. Благодаря цементации, фильтрационные расходы в основании плотины составляют 8 л/с по сравнению с проектным расходом 286 л/с. Круглогодичная укладка в больших объёмах укатанного бетона является одной из особенностей плотины. В общей сложности, в плотину было уложено 3,5 млн м³ бетона, из него 1,0 млн м³ укатанного. Использование такого составного профиля является отличительной особенностью конструкции плотины Бурейской ГЭС по сравнению с другими гравитационными плотинами, построенными в СССР. Удельный расход бетона на тонну гидростатического давления равен 0,7 – это минимальное значение из всех, построенных в СССР.

В станционной части плотины размещены 6 постоянных водоприёмников, а также 3 временных (к настоящему времени забетонированы) водоприёмника,

использовавшиеся в период работы первых трёх гидроагрегатов станции на пониженных напорах. За профиль плотины выступают 6 стальных обетонированных водоводов внутренним диаметром 8,5 м каждый. Водоприёмники ГЭС оборудованы сороудерживающими решётками, ремонтными и аварийно-ремонтными затворами. Маневрирование аварийно-ремонтными затворами осуществляется индивидуальными гидроприводами, а решётки и ремонтные затворы обслуживаются козловым краном. Для работы на пониженных напорах использовались 3 временных водоприёмника с неизвлекаемыми сороудерживающими решетками и аварийно-ремонтными затворами с гидроприводами.

Здание гидроэлектростанции имеет классическую приплотинную конструкцию. Машинный зал имеет длину 150 м и ширину 33,1 м, монтажная площадка – длину 36 м. Расстояние между осями гидроагрегатов составляет 24 м. Перекрытие машинного зала станции создано пространственно-стержневой конструкцией системы Московского архитектурного института (МАРХИ) длиной 150 м, шириной 28,5 м и высотой 7,05 м. Надводная часть низовой грани машинного зала образована витражом из голубого тонированного стекла. Пол машинного зала расположен на отметке 140,7 м.

В здании ГЭС размещено 6 гидроагрегатов мощностью 335 МВт каждый, с радиально-осевыми турбинами РО140/0942-В-625, работающими при расчётном напоре 103 м (максимальном 120 м) и имеющими мощность 339,5 МВт. Номинальная частота вращения гидротурбин – 125 об/мин, максимальный расход воды через каждую турбину – 359,7 м³/с. Изначально на первых двух гидроагрегатах станции эксплуатировались сменные рабочие колёса из углеродистой стали для работы при уровне водохранилища ниже проектного, при напорах от 50 до 90 м. Пуск гидроагрегатов № 1 и № 2 был осуществлён при напоре 50 м с КПД турбины, составляющим 91,3 %; впоследствии временные рабочие колёса были заменены на штатные. Гидроагрегат № 3 оснащён экспериментально-штатным рабочим колесом, позволяющим работу на напорах в диапазоне 75 – 120

м, остальные гидроагрегаты – штатными рабочими колёсами, работающими при напоре от 96,5 до 120 метров с КПД 95,5 %. Системы регулирования турбин работают при давлении масла 6,3 МПа и оснащены микропроцессорной системой регулирования частоты вращения.

Турбины приводят в действие синхронные гидрогенераторы зонтичного типа СВ – 1313/265-48 УХЛ4 мощностью 335 МВт, выдающие ток на напряжении 15,75 кВ. Гидрогенераторы имеют естественное воздушное охлаждение. Номинальная частота вращения генератора – 125 об/мин, угонная частота вращения – 230 об/мин, нагрузка на подпятник – 2300 т. Ширина спиральных камер – 21,654 метра, входной диаметр – 6,936 метра; отсасывающая изогнутая труба имеет высоту 16,062 метра и длину 27,0 метров. Удельная масса оборудования равна 2,8 кг/кВт. Производитель гидротурбин – Ленинградский металлический завод, гидрогенераторов – завод «Электросила» (в настоящее время оба предприятия входят в концерн «Силовые машины»).

Для выдачи мощности гидроагрегатов № 1 и № 2 установлены трансформаторы ТДЦ-400000/220, а для остальных четырёх – ТДЦ – 400000/500 производства ОАО «Электрозавод». Первые два гидроагрегата подсоединены к системе шин 220 кВ, другие присоединены попарно к системе шин 500 кВ. Трансформаторы расположены в пазухе плотины. Генераторы подключаются к трансформаторам посредством элегазовых генераторных выключателей производства французской компании Alstom.

После повышения напряжения электроэнергия подаётся с трансформаторов на открытое распределительное устройство ОРУ – 220 кВ и на КРУЭ – 500 кВ. Производимая гидроагрегатами № 1 и 2 электроэнергия, проходя по воздушным линиям, подаётся на ОРУ. Открытое распределительное устройство расположено на скальном основании и насыпной песчано-гравийной подушке толщиной около 5 метров, что позволяет выдерживать землетрясение до 8 баллов.

Электрическая энергия от остальных четырёх гидроагрегатов, проходя по двум силовым кабелям 500 кВ в оболочке из сшитого полиэтилена длиной 850 м и

диаметром 128 мм производства АВВ «Energiekabel» (подобный кабель используется впервые в России и второй раз в мире) через 340-метровый тоннель и 150-метровую шахту, прорубленные в скале, подаётся на КРУЭ – 500 кВ, которое было впервые установлено в России. КРУЭ – 500 кВ представляет собой ангар 18×90 м, что много меньше планировавшегося ранее ОРУ – 500. Для связи между ОРУ и КРУЭ установлено 4 трансформатора АОДЦТН – 167000/500/220.

Электроэнергия, производимая станцией, выдаётся в энергосистему Дальнего Востока России по линиям электропередачи 220 кВ и 500 кВ:

- ВЛ-500 кВ Бурейская ГЭС – Амурская 1 (278,6 км);
- ВЛ-500 кВ Бурейская ГЭС – Хабаровская 1 (429,9 км);
- ВЛ-500 кВ Бурейская ГЭС – Хабаровская 2 (427,2 км);

Колымское водохранилище – искусственный водоём в Магаданской области России, образованный на реке Колыма в результате строительства Колымской ГЭС. Спроектировано институтом Ленгидропроект. Колымское водохранилище представлено на рисунке 5.



Рисунок 5 – Колымское водохранилище на карте Магаданской области

Длина – 148 км. Ширина - 6 км. Площадь – 441 км². Объём – 14,56 км³. Наибольшая глубина – 120 м. Площадь водосбора – 61 500 км². Среднегодовой сток – 14,2 км³. Площадь затопленных сельхозугодий – 40,84 тыс. га. Наполнение начато в 1980 году, введено в эксплуатацию в 1995 году.

Колымская гидроэлектростанция имени Ю. И. Фриштера – ГЭС на реке Колыме у посёлка Синегорье Ягоднинского округа Магаданской области. Колымская ГЭС является основой энергосистемы Магаданской области, она производит около 95 % электроэнергии в регионе. Является верхней ступенью Колымского каскада ГЭС. Строительство Колымской ГЭС осуществлено в суровых климатических условиях, в зоне распространения вечной мерзлоты. Имеет самую высокую в России грунтовую плотину, а также является самой мощной в стране гидроэлектростанцией с подземным расположением машинного зала. Входит в состав ПАО «Колымаэнерго» - дочернего общества ПАО «РусГидро». Колымская ГЭС представлена на рисунке 6.



Рисунок 6 – Фотография Колымской ГЭС, 2017 г.

Колымская ГЭС расположена на 1854 км от устья реки Колымы, на месте расположения Больших Колымских порогов (в настоящее время затоплены водохранилищем ГЭС). В створе ГЭС долина реки сужается, образуя ущелье с крутыми склонами. До строительства ГЭС эта местность была необжитой и изолированной, ближайшая автомобильная дорога (Колымская трасса) находится на расстоянии около 40 км. Река Колыма в створе ГЭС отличается резкой неравномерностью стока – большая часть стока проходит в летне-осенний период в виде двух волн: весеннего половодья (с пиком в июне) и летне-осеннего

дождевого паводка (август-сентябрь), в тёплый период года проходит 95 – 97 % стока. Зимой сток практически прекращается (средний расход воды в этот период уменьшается до 3 – 5 м³/с, минимальный наблюдаемый сток - 0,3 м³/с). Среднегодовой расход в створе Колымской ГЭС – 461 м³/с, что соответствует среднегодовому объёму стока 14,2 км³. Максимальный расчётный расход воды (повторяемостью 1 раз в 10 000 лет с гарантийной поправкой) оценивается в 20 900 м³/с, максимальные наблюдавшиеся расходы – 12 200 м³/с. Замерзание реки происходит обычно в начале октября, вскрытие – во второй половине мая; продолжительность ледостава составляет 200 – 270 суток.

Климат резко континентальный, с очень холодной зимой и умеренно тёплым летом. Годовая амплитуда колебаний температуры воздуха достигает 98°С, минимальная зимняя температура – минус 62°С, максимальная летняя — плюс 36°С. Продолжительность отопительного периода – 270 дней. Среднегодовое количество осадков составляет 449 мм, довольно равномерно распределённых в течение года. Для района расположения Колымской ГЭС характерны практически постоянные зимние ветры, обуславливающие высокую жёсткость погоды.

В основании сооружений Колымской ГЭС залегают прочные трещиноватые граниты, перекрытые слоем рыхлых отложений толщиной 3 - 20 м. Горные породы находятся в состоянии вечной мерзлоты глубиной около 300 м; исключение составляет русло реки, где имеется сквозной талик. Сейсмичность района – 7 баллов по шкале MSK-64.

Конструктивно Колымская ГЭС представляет собой мощную плотинную высоконапорную гидроэлектростанцию. Сооружения ГЭС разделяются на каменно-набросную плотину, подземное здание ГЭС с водоприёмником, водосброс, производственно-технологический комплекс (ПТК) с закрытым распределительным устройством (ЗРУ). Колымская ГЭС имеет большое количество постоянных и временных подземных сооружений общей длиной 7,2 км и объёмом выломки 425 тыс. м³. Установленная мощность электростанции – 900

МВт, гарантированная мощность – 224 МВт, среднегодовая выработка электроэнергии – 3,325 млрд кВт·ч.

Плотина Колымской ГЭС каменно-набросная с противофильтрационным ядром. Максимальная строительная высота плотины – 134,5 м (самая высокая грунтовая плотина в России), длина по гребню – 683 м, ширина гребня – 15 м. Плотина состоит из верховой и низовой упорных призм из гранитной каменной наброски, противофильтрационного ядра из суглинисто-супесчаных грунтов, а также фильтров из песчано-гравийного грунта, расположенных между ядром и упорными призмами. В верховой клин плотины включена временная плотина высотой 62 м с противофильтрационным ядром, использовавшаяся в период строительства станции. Объём тела плотины – 10 млн. м³, из которых на каменную наброску приходится 8 млн м³, на ядро – 1,2 млн. м³ и на фильтры – 0,8 млн. м³. В основании плотины расположены железобетонная цементационная галерея, скальное основание под ядром плотины облицовано бетоном. Также в правобережной части плотины у её основания расположено временное водосбросное сооружение, использовавшееся в период строительства станции и в настоящее время забетонированное. Водонепроницаемость горных пород в основании плотины обеспечивается при помощи цементационной завесы глубиной 60 – 100 м.

Машинный зал Колымской ГЭС – подземный, расположен в скальной выломке левого берега, имеет длину 130 м и ширину 24 м, состоит из монтажной площадки и пяти агрегатных блоков. В машинном зале установлено 5 гидроагрегатов мощностью по 180 МВт: четыре с диагональными турбинами ПЛД – 45 – 2256В – 420 и один с радиально-осевой турбиной РО – 868М – В – 410. Турбины работают на расчётном напоре 108 м и приводят в действие гидрогенераторы СВ 812/240-28УХЛ4. Производитель турбин – Ленинградский металлический завод, генераторов – Сибэлектротяжмаш. Сообщение машинного зала с поверхностью осуществляется по транспортному тоннелю длиной 300 м и лифтовым шахтам.

Вода на гидротурбины поступает по пяти напорным водоводам длиной 262 м и диаметром 6 м каждый с водоприёмника, расположенного на левом берегу, вблизи водосброса. Водоприёмник примыкает к плотине и отделён от неё подпорной стенкой. Водоприёмник состоит из пяти секций шириной по 18 м, к которым примыкают водоводы. Оборудование водоприёмника включает в себя плоские аварийно-ремонтные затворы, ремонтный затвор и сороудерживающие решётки. Управление аварийно-ремонтными затворами производится с помощью гидроподъёмников. Оборудование размещено в отапливаемом здании, в котором также смонтирован мостовой кран грузоподъёмностью 200 т. В период временной эксплуатации ГЭС на пониженном напоре использовался временный водоприёмник и временные водоводы для первых трёх гидроагрегатов. Впоследствии временный водоприёмник был выведен из эксплуатации и затоплен водохранилищем, а временные водоводы заделаны бетонными пробками.

С гидрогенераторов электроэнергия подаётся на напряжении 13,8 кВ по трём шинным галереям на генераторное распределительное устройство, расположенное в ПТК (оснащено воздушными выключателями ВВГ – 20 и генераторными разъединителями РВПЗ – 2/20). Оттуда она поступает на силовые трансформаторы ТЦ 250000/220 ХЛ (5 шт., производитель – Запорожтрансформатор), расположенные на станционной площадке, а с них – на расположенное на крыше ПТК закрытое распределительное устройство 220 кВ и с него – в энергосистему. Оборудование ЗРУ – 220 кВ включает в себя маломасляные выключатели НЛР – 245, выключатели и линейные разъединители типа РНДЗ – 220. Помимо распределительных устройств, в ПТК расположены административный корпус, главный щит управления, электрокотельная, оборудование собственных нужд станции, трансформаторно-масляное хозяйство и другие производственные помещения.

Выдача электроэнергии осуществляется по следующим линиям электропередачи на напряжении 220 кВ:

- Колымская ГЭС – Ягодное (двухцепная, длина 96 км, максимальная пропускная способность 600 МВт);
- Колымская ГЭС – Оротукан (одноцепная, длина 93 км, максимальная пропускная способность 250 МВт);
- Колымская ГЭС – Усть-Омчуг (двухцепная, длина 160 км, максимальная пропускная способность 300 МВт);
- Колымская ГЭС – Котельная (одноцепная, длина 9 км, максимальная пропускная способность 220 МВт).

Вилюйское водохранилище – бразованное Вилюйской ГЭС водохранилище в России на реке Вилюй, притоке реки Лена. Территориально расположено в Якутии вблизи республиканской границы с Иркутской областью, приблизительно в 80 км к востоку от реки Нижняя Тунгуска, правого притока Енисея. Площадь водосборного бассейна – 141 км². Площадь поверхности – 2360 км². Вилюйское водохранилище представлено на рисунке 7.



Рисунок 7 – Вилюйское водохранилище

Водохранилище было образовано в 1965-67 гг. плотинной Вилюйской ГЭС на реке Вилюй. При создании водохранилища было затоплено 2,3 тыс. га. сельхозугодий и перенесено 50 строений.

Площадь водохранилища при высоте НПУ 246 м. над уровнем моря составляет 2 360 км². Согласно проекту ГЭС допустимы подъём уровня до форсированного подпорного уровня 249 м и его сработка до 231 м, что соответствует максимальной амплитуде колебаний, равной 18 м. Значительные изменения уровня ВВ обусловлены прежде всего неравномерностью осадков в различные годы.

Среднемноголетний приток воды составляет 20 км³ в год. Полный объём водохранилища при НПУ равен 40,4 км³, в том числе полезный – 22,4 км³.

Вилюйская ГЭС (Вилюйская ГЭС – 1 и ГЭС – 2, Каскад Вилюйских ГЭС им. Е. Н. Батенчука) – гидроэлектростанция на реке Вилюй в Якутии, у пгт. Чернышевский. Входит в Вилюйский каскад ГЭС, является основным источником энергоснабжения Западной Якутии. Собственник станции – ПАО «Якутскэнерго» (входит в группу РусГидро). Вилюйская ГЭС представлена на рисунке 8.



Рисунок 8 – Фотография Вилюйской ГЭС, 2009 г.

Вилюйская ГЭС представляет собой плотинную гидроэлектростанцию с приплотинными зданиями ГЭС. Установленная мощность электростанции – 680 МВт, фактическая среднегодовая выработка электроэнергии – 2580 млн кВт·ч. Особенностью конструкции станции является наличие двух отдельно расположенных зданий ГЭС, использующих для создания напора одну плотину.

Состав сооружений гидроузла:

1) каменно-набросная плотина длиной 600 м. и максимальной высотой 75 м. В качестве противофильтрационного элемента плотина имеет экран из суглинка;

2) поверхностный береговой водосброс, включающий в себя однопролётный водоприёмник (оборудованный сегментным затвором пролётом 40 м. и водосбросной канал длиной 500 м. в виде быстротока с виражом на повороте и трамплином на выходе в реку. Пропускная способность водосброса 3900 м³/с при НПУ и 4250 м³/с при ФПУ;

3) стационарный узел ГЭС – 1 на правом берегу, в составе подводящего канала длиной 515 м., водоприёмник глубинного типа, четыре напорных водовода длиной по 100 м., полуподземное здание ГЭС – 1 и отводящий канал;

4) стационарный узел ГЭС – 2 на левом берегу, в составе подводящего канала длиной 250 м., водоприёмник, четыре напорных водовода длиной по 118 м., здание ГЭС – 2 и отводящий канал;

В здании ГЭС – 1 установлены 4 гидроагрегата мощностью по 85 МВт с поворотной – лопастными турбинами ПЛ 70/3164 – ВМ410, которые приводят в действие генераторы СВВ 780/190 – 32. В здании ГЭС – 2 установлены 4 гидроагрегата мощностью по 85 МВт с радиально-осевыми турбинами РО 75/3123 – В450, которые приводят в действие генераторы СВВ 872/150 – 44ХЛ4. Все гидротурбины работают при расчётном напоре 55 м производитель гидротурбин – харьковское предприятие «Турбоатом», генераторов – новосибирский завод «Элсиб». Вырабатываемая генераторами на напряжении 13,8 кВ. электроэнергия преобразуется восемью трансформаторами ТДЦ 125000/220 и через закрытое распределительное устройство (ЗРУ) напряжением 220 кВ. выдается в энергосистему по следующим линиям электропередачи:

– ВЛ 220 кВ – ПС Айхал, 3 цепи (Л – 203, Л – 204, Л – 208);

– ВЛ 220 кВ Виллойская ГЭС – ПС Районная с отпайкой на ПС Чернышевский, 2 цепи (Л – 201, Л – 202).

Напорные сооружения ГЭС образуют крупное Виллюйское водохранилище. Площадь водохранилища при нормальном подпорном уровне 2360 км², длина 410 км, максимальная ширина 18 км. Полная и полезная ёмкость водохранилища составляет 40,4 и 22,4 км³ соответственно, что позволяет осуществлять многолетнее регулирование стока. Отметка нормального подпорного уровня водохранилища составляет 246 м над уровнем моря (по Балтийской системе высот), форсированного подпорного уровня – 249 м, уровня мёртвого объёма – 234 м.

Виллюйская ГЭС дала возможность начать широкомасштабную разработку алмазных месторождений Якутии. Крупнейшим потребителем электроэнергии станции является АО «АЛРОСА», также ГЭС является источником электроэнергии для нескольких районов (улусов) Якутии и насосных станций нефтепровода ВСТО. После завершения строительства линии электропередачи ВЛ 220 кВ «Пеледуй – Чертово корыто – Сухой Лог – Мамакан» электроэнергия станции будет использоваться крупными проектами в области золотодобычи (в частности, разработкой крупнейшего в России по запасам месторождения «Сухой Лог»). Также Виллюйская ГЭС улучшает условия судоходства на реке Виллюй, проводя специальные летние попуски воды.

1.3 Гидродинамические аварии, примеры (данные по России)

17.08.2009 года произошла крупнейшая в мире авария на Саяно-Шушенской ГЭС. Авария на Саяно-Шушенской ГЭС унесла 75 жизней эксплуатационного персонала, а на ее восстановление потребовалось 40 млрд. рублей. В связи с аварией были пересмотрены концепции подхода к анализу самих аварий, поскольку авария на Саяно-Шушенской ГЭС развивалась по сценарию, который даже не был предусмотрен и просчитан в декларации безопасности. Было даже введено понятие «запроектная авария», т.е. сценарии, которые не были заложены при создании объекта.

Ведь для установления причин того, что случилось с гидрогенератором, нужно найти причины выхода ротора агрегата из своей шахты. Необходимо определить, почему так неожиданно произошло переполнение и затопление объема машинного зала и других нижележащих стационарных помещений, что привело к гибели персонала. Все едины только в том, что агрегат выталкивало давление воды, при котором он работал тем утром. Когда гидроагрегат входил в зону, не рекомендованную к работе, случился обрыв шпилек самой крышки турбины. Дальше вода начала свое воздействие на ротор с крышкой турбины и крестовиной, они начали движение вверх. То есть агрегат не мог быть выдавлен под воздействием давления воды. Заключение специалистов не согласуется с физическими законами.

Результаты расчетов подтверждают, что второй гидроагрегат выходил самостоятельно из шахты, когда рабочее колесо вращалось не в турбинном режиме, а в моторном, в режиме винта гребного.

Такие гидродинамические аварии в России случались неоднократно, авария на Саяно-Шушенской ГЭС отличается только гибелью обслуживающего персонала и своим масштабом.

Причиной всего этого является очень быстрое наполнение водой помещений станций. По заключению комиссии, отсасывающая труба от турбины на момент аварии и дальше, при ее развитии, была абсолютно чистой. Причина катастрофы спрятана за усталостью металла шпилек. Но усталость не могла накопиться. Крепление крышки такое, что шпильки не отвечают за ее радиальное смещение относительно статора турбины. Важными являются припасованные штифты. Причем они мешают смещению всего на 8 мкм, а не на 160 мкм, как положено. В материалах расследования этого нет.

Аварийно-спасательные работы на станции были в целом завершены к 23 августа 2009 года, после чего начались работы по восстановлению станции. Разбор

завалов в машинном зале был завершён к 7 октября 2009 года.⁶ Восстановление стен и крыши машинного зала было завершено 6 ноября 2009 года. Одновременно велись работы по демонтажу повреждённых гидроагрегатов и восстановлению строительных конструкций. Гидроагрегат №1 был пущен 19 декабря 2011 года, №7 – 15 марта 2012 года, №8 – 15 июня 2012 года, №9 – 21 декабря 2012 года, №10 – 4 марта 2013 года, №6 – в июле 2013 года, №5 – в декабре 2013 года, №4 – в мае 2014 года, №3 – в августе 2014 года.

12 ноября 2014 года был введён в строй гидроагрегат №2, на чём восстановление и комплексная модернизация станции были в целом завершены.

Помимо замены гидроагрегатов, произведена замена ОРУ – 500 кВ. на современное распределительное устройство закрытого типа (КРУЭ – 500 кВ.), замена основных силовых трансформаторов и генераторных выключателей. Также ведется создание комплексной автоматизированной системы контроля состояния плотины. Общая стоимость восстановления и реконструкции Саяно-Шушенской ГЭС оценивается в 41 млрд. рублей.

Аварии, когда роторы агрегатов выходят из своих шахт, были на следующих объектах: Каховская ГЭС, ГЭС “Гранд Рэпидс”, Канада, “Памир-1”, Саяно-Шушенская. Последняя должна была завершить этот список. Однако теперь гарантий в этом нет. Причины гидродинамических аварий не устраняются, поэтому вероятность их повторения остается.

Те аварии, которые произошли в 2012 году, в большинстве случаев не привели к человеческим жертвам. В основном они отмечались на сооружениях 4 – го, самого маленького класса – как правило, это земляные плотины. Остановлюсь на них в хронологической последовательности.

10 апреля, в период весеннего паводка на реке Большая Бахта в Чистопольском муниципальном районе Республики Татарстан в результате резкого сброса воды с гидротехнических сооружений, стоящих выше по течению, сильных проливных

дождей, резкого повышения температуры воздуха, была разрушена земляная плотина. В результате аварии был поврежден автомобильный мост, произошло затопление жилых домов, пострадало имущество граждан.

Суммарный ущерб составил 2 млн. рублей, а затраты на восстановление – 86 млн. рублей. Комиссия по техническому расследованию выяснила причины аварии, были определены меры по ее устранению.

10 апреля 2012 года авария произошла уже в Пензенской области: была разрушена земляная плотина, в теле которой со стороны верхового откоса проложен газопровод среднего давления. До аварии гребень плотины, верховой, низовой откосы и донный водоспуск находились в удовлетворительном состоянии, сброс воды осуществлялся через донный водоспуск. В результате аварии оказался разбит низовой откос, часть гребня плотины, разрушена консольная часть водосбросного сооружения и смотровой колодец донного водовыпуска.

16 апреля в Тульской области на реке Упе была разрушена плотина стоимостью 7 тыс. руб., а общий размер ущерба, причинного в результате аварии имуществу граждан, - 325 тыс. рублей.

18 апреля на реке Авгуре в Республике Мордовия произошло разрушение в результате весеннего паводка. Откосы подводящего канала были размывты, имелись разрушения бетонных поверхностей в днище и стенах быстротока. Причем, состояние ГТС перед аварией классифицировалось как ограниченно работоспособное. В результате было эвакуировано 16 человек.

Произошли в июле 2012 года, поскольку количество погибших там оказалось очень большим – 171 человек, еще 35 тыс. – пострадали. Основная причина аварии состояла в том, что в течение двух суток осадки в 5 раз превысили месячную норму. Вероятность таких осадков в районе Крымска составляет всего 0,5%, т.е. такое происходит в среднем 1 раз в 200 лет.

Первая причина – сброс воды с расположенного выше по течению Неберджаевского водохранилища. Его общий объем 8 млн. кубометров, а полезный – 4 млн. кубометров, основное предназначение – водоснабжение Новороссийска.

Там стоит насосная станция, которая качает воду через Кавказский хребет, а дальше вода самотеком идет для водоснабжения города. Из гидротехнических сооружений там есть земляная плотина 2-го класса и шахтный водосброс – воронка, которая не имеет затворов, с автоматическим переливом, как только уровень воды достигает отметки НПУ. Максимальный расчетный расход через шахтный водосброс – 160 кубометров в секунду. Он включился примерно в 2 часа ночи и работал около 5 часов с максимальным расходом 70 – 80 кубометров в секунду. То есть, это даже не максимально возможная пропускная способность. Напомню, что в районе Крымска был отмечен расход – 1500 кубометров в секунду. Понятно, что это несопоставимые величины, и работа водосброса не могла существенно повлиять на масштаб наводнения. Более того, водохранилище было частично опорожнено перед этим, поскольку готовилось к ремонту и реконструкции. Первоначально оно даже сыграло положительную роль, с аккумулировав 3 – 4 млн. кубометров воды. И лишь после этого включился в работу шахтный водосброс. По словам очевидцев, высота волны достигала семи метров. Волна эта образовалась из-за нерасчищенности русел рек, где образовались завалы из деревьев, кореньев, камней. И дальше – после того как все это водонасыщается – происходит, каскадная авария: волна пробивает верхнюю плотину и идет, сметая все на своем пути, по принципу домино. Поэтому к Крымску волна подошла высотой уже в 7 метров.

В декабре 2012 года произошла авария Нижегородской области – когда уже лежал снег, на ОАО «Нижегородсахар» размыло дамбу. Основные причины всех описанных аварий – температурные катаклизмы. У нас в последние два года отмечается очень бурная весна. И когда резко повышается температура воздуха, активное таяние снега и обильные дождевые осадки приводят к высокому уровню воды в водохранилищах.

6 февраля 2006 года в Талакане Амурской области на Бурейской ГЭС произошла поломка самого большого на электростанции тысячетонного подъемного крана. От стрелы грузоподъемного устройства оторвался крюк. Падая, он пробил водовод станции, из которого моментально хлынула вода. Работники

гидростанции перекрыли шлюз водовода, предотвратив попадание жидкости на находившийся недалеко от пробойны трансформатор.

В ночь на 19 августа 2006 года на Бурейской ГЭС (Приамурье) вышел из строя блочный трансформатор 4-го гидроагрегата. Причиной аварии стало межвитковое замыкание высоковольтной обмотки трансформатора. Во время сбоя последовательно сработали все защиты. Трансформатор вывел из работы оперативный персонал, т. е. не последовало ни пожара, ни взрыва, пострадавших нет. Однако поломка привела к длительной – более месяца – остановке гидроагрегата.

8 октября 2007 года из-за повреждений на линии 500 киловольт Бурейской ГЭС в Хабаровске произошли веерные отключения электроэнергии. От электроснабжения были отключены отдельные предприятия и несколько десятков жилых домов. Авария была вызвана дождевым циклоном с ветром.

11 декабря 2018 года произошло обрушение скального массива в реку Бурей. На реке образовался огромного размера затор. В результате которого вода перестала поступать в Бурейское водохранилище, возник риск остановки Бурейской ГЭС, угроза затопления близлежащих населённых пунктов и подтопления инженерных сооружений Байкало – Амурской магистрали.

Выводы по разделу один

Таким образом, на основе методических, теоретических и организационных положений проанализированы сценарии возможного социально-экономического ущерба при возможных чрезвычайных ситуациях антропогенных водных объектов. Основной целью работы является оценка вероятного вреда регионов ДФО.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- получить характеристики антропогенных водных объектов, выявить особенности этих объектов;
- провести анализ чрезвычайных ситуаций по регионам;

– составить краткую методическую основу оценки чрезвычайных ситуаций антропогенных водных объектов;

– усовершенствовать методы оценки социально-экономического ущерба при чрезвычайных ситуациях антропогенных водных объектов.

.

2 МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ УЩЕРБОВ ОТ АВАРИЙ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НА ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЯХ

2.1. Структура определения ущерба вероятного вреда

Определение размера вероятного вреда в результате аварии производится по этапам⁷.

На первом, предварительном этапе:

– составляется перечень возможных сценариев аварий на ГТС, обосновываются (выбираются) и описываются; по этим данным определяются зоны вредного воздействия, количественные натуральные показатели вреда в результате аварии (количество пострадавших людей, степень загрязнения компонентов природной среды, зоны затопления, величина силового воздействия волны и т. п.);

– определяются возможные сценарии наиболее тяжёлой аварии ГТС по максимальным значениям и сочетаниям натуральных показателей различных составляющих вероятного вреда; затем по этим данным определяется вероятный вред в денежном выражении и выделяются данные сценарии с максимальным значением вероятного вреда.

На втором этапе:

– определяются денежные оценки вероятного вреда по сценарию наиболее вероятной аварии и полученному сценарию наиболее тяжёлой аварии группируются согласно показателям социально-экономических последствий аварии ГТС;

– по действующим нормам и правилам составляется расчётная документация вероятного труда «Расчёт вероятного труда».

В общем виде вероятный вред от аварии на ГТС (по основным оставляющим) определяется:

⁷ Приказ МЧС РФ № 482, Госгортехнадзор РФ № 175а от 15.08.2003 «Об утверждении Методики определения размера вреда, который может быть причинен жизни, здоровью физических лиц, имуществу физических и юридических лиц в результате аварии гидротехнического сооружения»

$$I_{\text{общ}} = I_{\text{л}} + I_{\text{о}} + I_2 + I_{\text{ТЖЭ}} + I_5 + B_{10},$$

где $I_{\text{общ}}$ – полный ущерб от аварии ГТС, тыс. руб.; $I_{\text{л}}$ – затраты, понесённые в результате гибели, пропажи без вести и травматизма людей, тыс. руб.; $I_{\text{о}}$ – ущерб основным и оборотным фондам предприятий, кроме основных и оборотных фондов владельца ГТС, тыс. руб.; I_2 – ущерб готовой продукции предприятий, кроме продукции владельца ГТС, тыс. руб.; $I_{\text{ТЖЭ}}$ – ущерб элементам транспорта и связи, жилому фонду, имуществу граждан, сельскохозяйственному производству, лесному фонду, (древесина как сырьё), ущерб от нарушения водоснабжения при разрушении водозаборных сооружений, тыс. руб.; I_5 – расходы на ликвидацию последствий аварии, тыс. руб.; B_{10} – прочие виды ущерба, тыс. руб.

Затраты, понесённые в результате гибели, пропажи без вести и травматизма людей $I_{\text{л}}$ определяются:

$$I_{\text{л}} = I_{\text{л1}} + I_{\text{л2}} + I_{\text{л3}} + I_{\text{л4}},$$

где $I_{\text{л1}}$ – затраты, понесённые в результате гибели, пропажи без вести людей, кроме лиц, являющихся работниками ГТС, при использовании служебных обязанностей на территории ГТС, тыс. руб.; $I_{\text{л2}}$ – затраты, понесённые в результате травматизма и госпитализации людей, кроме лиц, являющихся работниками ГТС, при использовании служебных обязанностей на территории ГТС, тыс. руб.; $I_{\text{л3}}$ – затраты, понесённые в результате гибели пропажи без вести людей, являющихся работниками ГТС, при исполнении ими служебных обязанностей на территории ГТС, тыс. руб.; $I_{\text{л4}}$ – затраты понесённые в результате травматизма и госпитализации людей, являющихся работниками ГТС, при исполнении ими служебных обязанностей на территории ГТС, тыс. руб. (см. метод определения вероятного вреда, причиняемого гидродинамическими авариями ГТС).

Затраты, понесённые в результате гибели, пропажи без вести людей⁸ $I_{\text{л1}}$ (или

⁸В.Г. Гурлев. БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ. Учебное пособие. Челябинск, Издательство ЮУрГУ, 2011, 50 с.

$I_{л3}$) определяются:

$$I_{л1} (I_{л3}) = S_{\text{пог}} + S_{\text{пк}},$$

где $S_{\text{пог}}$ – расходы по выплате пособий на погребение погибших, тыс. руб. определяются как $S_{\text{пог}} = N_1 \times S_{\text{п}}$, где N_1 – прогнозируемое (или предполагаемое) число погибших и пропавших без вести людей, $S_{\text{п}}$ – ориентировочные затраты отнесённые на одного погибшего и пропавшего без вести (принимаются в размере МРОТ – минимального размера оплаты труда, устанавливаемый в соответствии с законодательством РФ или по результатам расчёта); $S_{\text{пк}}$ – расходы на выплату пособий в случае смерти кормильца, тыс. руб.

Затраты, понесённые в результате травматизма и госпитализации людей, $I_{л2}$ ($I_{л4}$) определяются:

$$I_{л2} (I_{л4}) = S_{\text{в}} + S_{\text{инп}} + S_{\text{м}},$$

где $S_{\text{в}}$ – расходы на выплату пособий по временной нетрудоспособности, тыс. руб.; $S_{\text{инп}}$ – расходы на выплату пенсий пострадавшим, ставшими инвалидами, тыс. руб.; $S_{\text{м}}$ – расходы, связанные с повреждением здоровья пострадавшего, его медицинскую, социальную и профессиональную реабилитацию, тыс. руб.

Экономическая оценка травматизма.*. Экономические потери от травматизма складываются из: ущерба предприятия (организации) по факту возникновения несчастных случаев (профессиональных заболеваний); расходов организаций социального страхования и лечебных учреждений; условно материальных потерь (*научные разработки кафедры ЮУрГУ и институтов охраны труда РФ). Каждый вид выплат и потерь имеет различные значения в зависимости от тяжести травматизма, конкретных условий производства продукции и состояния здоровья и работоспособности работника.

Общие материальные потери от травматизма определяются по формуле:

$$M_{\text{общ}} = M_{(1)} + M_{(2)} + \Pi_{\text{общ}},$$

где $M_{(1)}$ – ущерб предприятия (организации) по факту возникновения несчастных случаев (профессиональных заболеваний), тыс. руб.; $M_{(2)}$ – расходы организаций социального страхования и лечебных учреждений, тыс. руб.; $\Pi_{\text{общ}}$ – общие платежи по условно материальным потерям, тыс. руб.

$M_{(1)}$ – ущерб предприятия (организации) по факту возникновения несчастных случаев (профессиональных заболеваний) тыс. руб.

$M_{1(1)}$ – ущерб от простоев технологического оборудования тыс. руб.

$$M_{1(1)} = D_{\text{п}} \times O_{\text{м}},$$

где $D_{\text{п}}$ – количество дней простоя, $O_{\text{м}}$ – амортизационная стоимость оборудования в день, тыс. руб.

$M_{2(1)}$ – потери доходов предприятия (организации) из-за снижения объёмов выпускаемой продукции в год, тыс. руб.

$$M_{2(1)} = (D_{\text{н}} + D_{\text{св}}) \frac{A_{\text{ср}}}{D_{\text{г}}},$$

где $D_{\text{н}}$ – количество дней нетрудоспособности, приходящегося на 1-го пострадавшего, в год.

$$D_{\text{н}} = \frac{D_{\text{чел. дней}}}{T_{\text{случ}}},$$

где $D_{\text{чел. дней}}$ – количество чел-дней нетрудоспособности в год: $D_{\text{чел. дней}} = D_{\text{в}} \cdot T_{\text{случ}}$, $D_{\text{в}}$ – среднее количество дней до полного выздоровления, $T_{\text{случ}}$ – общее число острадавших (профессиональных заболеваний или несчастный случай), $D_{\text{св}}$ – количество дней сверхурочно отработанных, $A_{\text{ср}}$ – средняя годовая выработка одного работника, тыс. руб., $D_{\text{г}}$ – количество рабочих дней в году.

$M_{3(1)}$ – расходы на ремонт оборудования, тыс. руб.

$$M_{3(1)} = N \times k_{(\text{затр})\text{обор}},$$

где N – усреднённые затраты на восстановление оборудования, тыс. руб., $k_{(\text{затр})\text{обор}}$ – количество статей затрат при ремонте оборудования.

$M_{4(1)}$ – издержки от брака по факту травматизма, тыс. руб.

$$M_{4(1)} = B \times k_3,$$

где B – усредненные потери от брака в год, тыс. руб., k_3 – количество статей затрат.

$M_{5(1)}$ – расходы по заработной плате при расследовании происшествий по факту несчастных случаев, тыс. руб.

$$M_{5(1)} = z_k \times D_3 \frac{A_{\text{ср}}}{D_r} + T_{\text{тр}} \times k_{\text{тр}} \times D_3,$$

где z_k – количество человек оказавших помощь при НС, D_3 – число дней потраченных на расследование НС и оказания помощи, $A_{\text{ср}}$ – средняя выработка одного рабочего за год, тыс. руб., D_r – количество рабочих дней в году, $T_{\text{тр}}$ – заработная плата при транспортировке пострадавших, тыс. руб., $k_{\text{тр}}$ – число человек оказывающих помощь пострадавшим при транспортировке.

$M_{6(1)}$ – расходы на расследование несчастных случаев, тыс. руб.

$$M_{6(1)} = (\mathcal{E}_s \times d_k \times D_3) + L_W,$$

где \mathcal{E}_s – количество человек, принимающие участие в расследовании, d_k – командировочные и заработная плата при расследовании НС, тыс. руб., L_W – затраты на конструкторские разработки (ОКР) и лабораторные исследования, тыс. руб., ($L_W = \frac{T_{\text{нс(кат)}} \times D}{T_{\text{общ.нс(кат)}}$), $T_{\text{нс(кат)}}$ – число НС (профессиональных заболеваний)

соответствующих тяжести пострадавших (1 гр. инв., 2 гр. инв. и т.д.), D – затраты на обеспечение (безаварийной работы), $D_{\text{бт}} = \frac{(V_{\text{прод}} - \text{ЭкР (НР)}) \cdot O_{\text{бт}}}{100}$, $V_{\text{прод}}$ – общий объем выпускаемой продукции, тыс. руб., ЭкР – эксплуатационные расходы, тыс. руб., $O_{\text{бт}}$ – средства на обеспечение безопасности, тыс. руб., $T_{\text{общ.нс(кат)}}$ – общее

число профессиональных заболеваний (несчастных случаев) по категориям тяжести.

$M_{7(1)}$ – потери от снижения производительности труда после возвращения пострадавшего на производство, тыс. руб.

$$M_{7(1)} = \frac{A_{cp} - A_1}{D_r} \times D_v,$$

где A_{cp} – средняя выработка одного работника в год до аварии, тыс. руб., A_1 – средняя выработка пострадавшего после выздоровления в год (70-80% от годовой выработки), тыс. руб., D_v – среднее количество дней до восстановления полной работоспособности.

$M_{8(1)}$ – расходы, связанные с подбором и дополнительным обучением работников, заменивших пострадавших, тыс. руб.

$$M_{8(1)} = d_2 \times D_y \times d_3 \times D_y + \frac{A_{cp} - A_y}{D_r} \times D_{ст} + N,$$

где d_2 – заработная плата стажера в день ($d_2 = 0,75 \times d_3$), тыс. руб., D_y – число человека–дней обучения ($A_y = \frac{A_{cp} \times 0,3}{D_r}$), d_3 – заработная плата преподавателя в день, тыс. руб., A_y – средняя выработка стажера в день (30% от выработки от A_{cp}), тыс. руб., $D_{ст}$ – число человека–дней на стажировку, N – затраты на оборудование, материалы и технические средства при обучении, тыс. руб.

$M_{9(1)}$ – затраты при сверхурочных работах, связанных с возникновением несчастных случаев, тыс. руб.

$$M_{9(1)} = (d_4 - d_5) \times D_{св},$$

где d_4 – стоимость рабочего дня (заработная плата) со сверхурочной доплатой ($d_4 = 2 \times (A_{cp} \times 0,45)$), тыс. руб., d_5 – стоимость рабочего дня (заработная плата) в нормальных условиях ($d_5 = A_{cp} \times 0,45$), тыс. руб., $D_{св}$ – число сверхурочных дней.

$M_{10(1)}$ – затраты при выплате заработной плате пострадавшему за время, когда

он недоработал в день аварии (варианты), тыс. руб.

$$M_{10(1)} = (0,1 - 1,0) \times \frac{A_{cp}}{D_r},$$

$M_{11(1)}$ – доплата разницы при переводе пострадавшего на временную ниже оплачиваемую должность, тыс. руб.

$$M_{11(1)} = (d_5 - d_6) \times D_b,$$

где d_6 – стоимость рабочего дня одного рабочего (заработная плата) при переводе его на нижеоплачиваемую работу (до 45% от d_5), тыс. руб., D_b – число дней для полного восстановления работоспособности.

$M_{12(1)}$ – выплаты выходного пособия пострадавшему при переходе его на инвалидность (или его семье при смертельном исходе), тыс. руб.

$$M_{12(1)} = \frac{d_5 - d_7}{D_m} \times D_b,$$

где d_7 – размер пенсии по инвалидности в месяц, тыс. руб., D_m – число рабочих дней в месяц.

$M_{13(1)}$ – регрессионный иск общественной организации по несчастному случаю, тыс. руб.

$$M_{13(1)} = P_{иск} \times C_{тзат},$$

где $P_{иск}$ – сумма регрессионного иска, тыс. руб., $C_{тзат}$ – число статей затрат.

$M_{14(1)}$ – единовременное пособие пострадавшему из фонда предприятия, тыс. руб.

$$M_{14(1)} = E_d \times n,$$

где E_d – единовременные пособия, тыс. руб., n – количество единовременных пособий (число несчастных случаев соответствующей категории тяжести), тыс. руб.,

$M_{15(1)}$ – расходы на погребение, тыс. руб.

$$M_{15(1)} = (1,0 - 2,0) \times C_{\text{ст.пог}},$$

Общие платежи предприятия по факту происшествия, тыс. руб.

$$M_{(1)} = \sum_{i=1}^{n=15} M_{i(n)},$$

Общие потери предприятия (организации) по факту происшествия, приходящиеся на одного пострадавшего (НС или ПЗ), тыс. руб.

$$M_{(1)\text{общ}} (1\text{-го НС}) = \frac{\sum_{i=1}^{n=15} M_{i(n)}}{НС_{\text{общ}}},$$

где $НС_{\text{общ}}$ – общее число несчастных случаев (или профессиональных заболеваний) соответствующей категории тяжести.

Общие потери предприятия (организации) по факту происшествия, приходящиеся на один день нетрудоспособности

$$D_{(1)\text{н.сп.}} (1\text{-го НС}) = \frac{\sum_{i=1}^{n=15} M_{i(n)}}{D_{\text{н.сп}}},$$

где $D_{\text{н.сп.}}$ – общее число дней нетрудоспособности от несчастных случаев (или профессиональных заболеваний) соответствующей категории тяжести.

$M_{(2)}$ – расходы организаций социального страхования и лечебных учреждений тыс. руб.

$M_{1(2)}$ – оплата больничного листа, тыс. руб.

$$M_{1(2)} = D_{\text{н}}(0,6 - 1,0)d_5,$$

где D_n – количество дней нетрудоспособности, приходящихся на 1-го пострадавшего в год, d_5 – стоимость рабочего дня (заработная плата) в нормальных условиях ($d_5 = A_{cp} \times 0,45$), тыс. руб.

$M_{2(2)}$ – оплата амбулаторного лечения, тыс. руб.

$$M_{2(2)} = C_{амб} \times K_{пос},$$

где $C_{амб}$ – средняя стоимость одного посещения, тыс. руб., $K_{пос}$ – количество посещений (равно числу дней нетрудоспособности без учета травм со смертельным исходом или $K_{пос} = (0,75 - 0,95) \cdot D_n$), тыс. руб., D_n – число человека-дней нетрудоспособности.

$M_{3(2)}$ – оплата лечения в больнице, тыс. руб.

$$K_{3(2)} = C_{боль} \times K_{леч},$$

где $C_{боль}$ – средняя стоимость одного дня лечения, тыс. руб., $K_{леч}$ – количество дней лечения в больнице, $K_{леч} = (0,1 - 0,2) \times D_n$.

$M_{4(2)}$ – стоимость санаторно-курортного лечения, тыс. руб.

$$K_{4(2)} = C_{пут} \times N_{пут},$$

где $C_{боль}$ – средняя стоимость одного дня лечения, тыс. руб., $K_{леч}$ – количество дней лечения в больнице, $K_{леч} = (0,1 - 0,2) \times D_n$.

$M_{4(2)}$ – стоимость санаторно-курортного лечения, тыс. руб.

$$K_{4(2)} = C_{пут} \times N_{пут},$$

где $C_{пут}$ – стоимость санаторно-курортной путевки (8-12 тыс. руб.), $N_{пут}$ – число путевок ($N_{пут} = 0,75 \cdot T_{случ}$), $T_{случ}$ – число травмированных.

$M_{5(2)}$ – выплата пенсии по инвалидности, тыс. руб.

$$K_{5(2)} = P_{инв} \times M_{мес} T_{случ},$$

где $P_{инв}$ – размер пенсии по инвалидности в месяц, тыс. руб., $M_{мес}$ – среднее число месяцев пострадавших на пенсии, $T_{случ}$ – число пенсионеров (число несчастных случаев или профессиональных заболеваний) по категориям тяжести.

$M_{6(2)}$ – оплата лекарств при оказании помощи и лечения, тыс. руб.

$$K_{6(2)} = C_{лек} \times M_{мес} \times T_{случ},$$

где $C_{лек}$ – стоимость лекарства на одного пострадавшего в месяц, тыс. руб.,

Общие расходы организаций социального страхования и лечебных учреждений, тыс. руб.

$$M_{(2)} = \sum_{i=1}^{n=6} M_{i(n)},$$

Общие потери организации социального страхования и лечебных учреждений по факту происшествия, приходящиеся на одного пострадавшего (НС или ПЗ), тыс. руб.

$$M_{общ (1-го НС)} = \frac{\sum_{i=1}^{n=6} M_{i(n)}}{НС_{общ}},$$

где $НС_{общ}$ - общее число несчастных случаев (профессиональных заболеваний) соответствующей категории тяжести.

Общие потери организации социального страхования и лечебных учреждений по факту происшествия, приходящиеся на один день нетрудоспособности пострадавших.

$$D_{(1)н.сп (1-го НС)} = \frac{\sum_{i=1}^{n=6} M_{i(n)}}{D_{н.сп}},$$

где $D_{н.сп}$ – общее число дней нетрудоспособности от несчастных случаев (профессиональных заболеваний) соответствующей категории тяжести.

Общие платежи от условно материальных потерь $P_{общ}$, тыс. руб.

При определении условных материальных потерь учитывается то, что если бы пострадавший продолжал работать и повышать свою квалификацию, то его

производительность увеличивалась и поэтому росла заработная плата. Поэтому необходимо учитывать поправочный коэффициент K_p , который характеризует перспективный рост заработной платы работника таблица 4.

Таблица 4 – Поправочные коэффициенты

Количество лет до пенсии	до 3-х лет	4–9	10–14	15–19	2–24	25–29	30–34	>35
K_p	1,0	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8

Общие платежи от условно материальных потерь $\Pi_{\text{общ}}$, определяются как сумма условно материальных потерь от временной нетрудоспособности Π_1 и условных потерь от несчастных случаев (профессиональных заболеваний) соответствующей категории тяжести Π_2 , тыс. руб.

$$\Pi_{\text{общ}} = \Pi_1 + \Pi_2,$$

Π_1 – условные потери от временной нетрудоспособности, тыс. руб.

$$\Pi_1 = D_{\text{н.сл}}(0,6 - 1,0) \times d_5,$$

где d_5 – стоимость рабочего дня (заработная плата) в нормальных условиях ($d_5 = A_{\text{ср}} \cdot 0,45$) тыс. руб., $D_{\text{н.сл}}$ – общее число нетрудоспособности от несчастных случаев (профессиональных заболеваний) соответствующей категории тяжести.

Π_2 – условные потери от несчастных случаев (профессиональных заболеваний) соответствующих категорий тяжести, тыс. руб.

$$\Pi_2 = [M_{1(2)} + (M_{5(2)} \times 12Л)] \times 0,8 \times K_p,$$

где $M_{1(2)}$ – оплата больничного листа, тыс. руб., $M_{5(2)}$ – размер возмещения за потерю трудоспособности (выплата пенсии по инвалидности), тыс. руб., 0,8 –

коэффициент, учитывающий норму прибавочной стоимости, L – среднее количество лет до пенсии пострадавшего, $K_{п}$ – поправочный коэффициент.

Общие платежи условно материальных потерь, приходящихся на один несчастный случай (профессиональное заболевание) $M_{\text{общ(1-го НСумп)}}$, тыс. руб.

$$M_{\text{общ(1-го НСумп)}} = \frac{П_1 + П_2}{НС_{\text{общ}}},$$

Стоимость одного дня нетрудоспособности от условно материальных потерь $D_{\text{н.от.1-го пр.}}$.

$$D_{\text{н.от.1-го пр.}} = \frac{П_1 + П_2}{D_{\text{н.сп.}}},$$

где $D_{\text{н.сп.}}$ – общее число дней нетрудоспособности от несчастных случаев (профессиональных заболеваний) соответствующей категории тяжести.

Общие материальные потери:

$$M = M_1 + M_2 + П_{\text{общ}},$$

Общие потери от 1-го пострадавшего (НС или ПЗ), $M_{\text{общ. 1-го НС}}$, тыс. руб.

$$M_{\text{общ(1-го НС)}} = \frac{M}{НС_{\text{общ}}},$$

Общая стоимость одного дня нетрудоспособности $D_{\text{н.сп.от1-го пр.}}$, тыс. руб.

$$D_{\text{н.сп.}} = \frac{M}{D_{\text{н(н.сп)}}},$$

Размеры выплат определены в соответствии с законодательством РФ по соответствующим материалам расследования аварий, листам временной нетрудоспособности, заявлениям пострадавших и членов их семей, заключениям ВТЭК, приказам о выплатах компенсаций и пособий, страховым компенсациям, решениям суда. Допустимо определять затраты, понесённые в результате травматизма и госпитализации людей как сумму:

$$Ил_2(Ил_4) = N_2 + S_{\text{постр.}}$$

где N_2 – прогнозируемое число травмированных и госпитализированных людей; $S_{\text{постр}}$ – средние ориентировочные затраты, отнесённые на одного травмированного и госпитализированного, принимаемые в размере 2000 МРОТ (МРОТ – минимальный размер оплаты труда, устанавливаемый в соответствии с законодательством РФ).

Ущерб основным и оборотным фондам предприятий, кроме основных и оборотных фондов владельца ГТС определяется:

$$И_0 = И_1 + И_{\text{об}},$$

где $И_1$ – ущерб основным производственным фондам, кроме основных оборотных фондов владельца ГТС, тыс. руб., $И_{\text{об}}$ – ущерб оборотным производственным фондам, кроме оборотных фондов владельца ГТС, тыс. руб.

Ущерб основных производственных фондов $И_1$ определяется:

$$И_1 = П_{\text{офу}} + П_{\text{офп}},$$

где $П_{\text{офу}}$ – потери в результате уничтожения основных производственных фондов определяется как: $П_{\text{офу}} = \sum_{i=1}^n [S_{\text{oi}} - (S_{\text{mi}} + S_{\text{yi}})]$, где S_{oi} – стоимость замещения (остаточная стоимость) i -го вида уничтоженных основных фондов, которая определяется по формуле: $S_{\text{oi}} = S_{\text{poi}} \times (1 - N_a \times \frac{T_3}{100})$, где S_{poi} – первоначальная стоимость основных фондов данного вида, тыс. руб., N_a – норма амортизационных отчислений по основным фондам, определяемая согласно амортизационных отчислений по основным фондам %, T_3 – продолжительность эксплуатации основных фондов (на момент аварии), лет. Величина S_{oi} может быть определена на основании индексов изменения стоимости основных фондов следующим путем: $S_{\text{oi}} = S_{\text{poi}} \times k_{\text{стат}}$, где $k_{\text{стат}}$ – коэффициент восстановительной стоимости (Госкомстата России); S_{mi} – стоимость материальных ценностей годных для

дальнейшего использования i -го вида уничтоженных основных фондов, тыс. руб.; S_{yi} – утилизационная стоимость i -го вида уничтоженных основных фондов, тыс. руб.; n – число видов уничтоженных основных фондов; $\Pi_{\text{офп}}$ – потери в результате повреждения основных производственных фондов, тыс. руб.

При частичном повреждении имущества величину ущерба $\Pi_{\text{офп}}$ рекомендовано определять в размере расходов по его восстановлению до состояния, в котором оно находилось до аварии, при этом необходимо учесть:

- 1) расходы на материалы и запасные части для ремонта, тыс. руб.;
- 2) расходы на оплату услуг организаций по ремонту, тыс. руб.;
- 3) стоимость электроэнергии при восстановительных работах, тыс. руб.;
- 4) расходы по доставке материалов к месту ремонта;
- 5) надбавки к заработной плате за сверхурочную работу, работу в ночное время и в праздничные дни, тыс. руб.

Из суммы восстановительных расходов производятся вычеты на износ заменяемых в процессе ремонта частей, узлов, агрегатов и деталей. Размер вычетов рассчитывается исходя из действительной стоимости этих частей и их стоимости в новом состоянии непосредственно до наступления аварии.

Восстановительные расходы, как правило, не включают в себя:

- 1) дополнительные расходы, вызванные изменениями или улучшениями пострадавшего объекта;
- 2) расходы по переработке, восстановительному ремонту и обслуживанию, равно как и иные расходы, которые были необходимы вне зависимости от факта наступления аварии;
- 3) другие расходы, произведённые сверх необходимых.

Для оценки потерь в результате уничтожения аварией основных фондов применяются методы оценки имущества. При гидродинамических авариях степень разрушения зданий и сооружений (степень утраты остаточной стоимости) возможно определить по результатам гидродинамической аварии в зоне затопления.

Ущерб оборотным производственным фондам $I_{об}$ определяется:

$$I_{об} = \sum_{i=1}^m P_{об i},$$

где $P_{об i}$ – стоимость ущерба, причинённого i -му виду товаров, приобретённых предприятием сырьём и т. п., тыс. руб. При соответствующем обосновании допускается принимать $P_{об i}$ в размере 5% от ущерба основным производственным фондам [13], тыс. руб.; m – число видов ценностей.

Ущерб готовой продукции предприятий I_2 определяется:

$$I_2 = \sum_{i=1}^k P_{T i},$$

где $P_{T i}$ – стоимость ущерба, причинённого i -му виду готовой продукции предприятия, тыс. руб. Определяется исходя из издержек производства, необходимых для их повторного изготовления, но не выше их продажной цены.

Оценка ущерба готовой продукции определяется:

$$I_2 = I_{2(фон)} \times t \times (S_1 \times k_1 \times \Pi_1 + S_2 \times k_2 \times \Pi_2 + S_3 \times k_3 \times \Pi_3),$$

где $I_{2(фон)}$ – общий валовый национальный продукт (ОВНП), произведённый за рабочий день в субъекте Российской Федерации на единицы соответствующей территории, тыс. руб., $(I_{2(фон)} = \frac{P_1}{S_{тер} \times N_p})$, где p_1 – валовый национальный продукт за год соответствующего региона по данным Госкомстата России, тыс. руб.; $S_{тер}$ – площадь соответствующей территории, где зафиксированы последствия аварии, га; N_p – число рабочих дней в году; t – число дней хранения готовой продукции на предприятии ($t=7$); S_1 – площадь зон сильных разрушений, га; S_2 – площадь зон средних разрушений, га; S_3 – площадь зон слабых разрушений, га; Π_1 – коэффициент концентрации основных фондов на территории зон S_1 ; Π_2 – коэффициент концентрации основных фондов на территории зон S_2 ; Π_3 – коэффициент концентрации основных фондов на территории зон S_3 .

Коэффициент концентрации i -ой зоны определяется $\Pi_i = \frac{P_{i(\text{нас})}}{P_{\text{фон}(\text{нас})}}$, где $P_{i(\text{нас})}$ – плотность населения в соответствующих зонах сильного, среднего и слабого разрушения, чел/км²; $P_{\text{фон}(\text{нас})}$ – средняя величина плотности населения по субъектом Российской Федерации чел/км²; k_1 – степень разрушения на территории зон S_1 ; k_2 – степень разрушения на территории зон S_2 ; k_3 – степень разрушения на территории зон S_3 .

Ущерб элементам транспорта и связи, жилому фонду, имуществу граждан, сельскохозяйственному производству, лесному фонду, (древесина как сырьё), ущерб от нарушения водоснабжения при разрушении водозаборных сооружений, $I_{\text{ТЭЖ}}$ определяется:

$$I_{\text{ТЭЖ}} = I_3 + I_4 + I_6 + I_7 + I_8 + I_9,$$

где I_3 – ущерб элементам транспорта и связи, тыс. руб.; I_4 – ущерб жилому фонду и имуществу граждан, тыс. руб.; I_6 – ущерб сельскохозяйственному производству, тыс. руб.; I_7 – ущерб лесному хозяйству, тыс. руб.; I_8 – ущерб от сброса опасных веществ (отходов) в окружающую природную среду, тыс. руб.; I_9 – ущерб, вызванный нарушением водоснабжения из-за аварии водозаборных сооружений, тыс. руб.

Ущерб элементам транспорта и связи I_3 определяется по методике ущерба основных производственных фондов (как I_1):

$$I_3 = \Pi_{\text{офу}(\text{ТиС})} + \Pi_{\text{офп}(\text{ТиС})},$$

где $\Pi_{\text{офу}(\text{ТиС})}$ – потери в результате уничтожения основных производственных фондов транспорта и связи рассчитывается как:

$$\Pi_{\text{офу}(\text{ТиС})} = \sum_i^n [S_{oi(\text{ТиС})} - (S_{mi(\text{ТиС})} + S_{yi(\text{ТиС})})],$$

где $S_{oi(\text{ТиС})}$ – стоимость замещения (остаточная стоимость) i -го вида уничтоженных

основных фондов транспорта и связи, которая определяется по формуле:

$$S_{oi(Тис)} = S_{по i(Тис)} \times \left(1 - N_{a(Тис)} \times \frac{T_{э(Тис)}}{100} \right),$$

где $S_{по i(Тис)}$ – первоначальная стоимость основных фондов данного вида транспорта и связи, тыс. руб.; $N_{a(Тис)}$ – норма амортизационных отчислений по основным фондам транспорта и связи, определяемая согласно амортизационных отчислениям по основным фондам, %; $T_{э(Тис)}$ – продолжительность эксплуатации основных фондов транспорта и связи (на момент аварии), лет. Величина $S_{oi(Тис)}$ может быть определена на основании индексов изменения стоимости основных фондов транспорта и связи путём умножения $S_{oi(Тис)} = S_{по i(Тис)} \times k_{стат(Тис)}$, где $k_{стат(Тис)}$ – коэффициент восстановительной стоимости (Госкомстата России по транспорту и связи); $S_{mi(Тис)}$ – стоимость материальных ценностей по транспорту и связи, годных для дальнейшего использования i -го вида уничтоженных основных фондов, тыс. руб.; $S_{yi(Тис)}$ – утилизационная стоимость i -го вида уничтоженных основных фондов транспорта и связи, тыс. руб.; $n(Тис)$ – число видов уничтоженных основных фондов транспорта и связи; $П_{офп(Тис)}$ – потери в результате повреждения основных производственных фондов транспорта и связи, тыс. руб. При частичном повреждении имущества транспорта и связи величину ущерба $П_{офп(Тис)}$ рекомендовано определять в размере расходов по его восстановлению до состояния, в котором оно находилось до аварии, при этом необходимо учесть:

- расходы на материалы и запасные части для ремонта, тыс. руб.;
- расходы на оплату услуг сторонних организаций по ремонту, тыс. руб.;
- стоимость электроэнергии при восстановительных работах, тыс. руб.;
- расходы по доставке материалов к месту ремонта;
- надбавки к заработной плате за сверхурочную работу, работу в ночное время и в праздничные дни, тыс. руб.

Из суммы восстановительных расходов производятся вычеты на износ

заменяемых в процессе ремонта частей, узлов, агрегатов и деталей. Размер вычетов рассчитывается исходя из действительной стоимости этих частей и их стоимости в новом состоянии непосредственно до наступления аварии. Восстановительные расходы, как правило, не включают в себя:

- дополнительные расходы, вызванные изменениями или улучшениями пострадавшего объекта;
- расходы по переработке, восстановительному ремонту и обслуживанию, равно как и иные расходы, которые были необходимы вне зависимости от факта наступления аварии;
- другие расходы, произведённые сверх необходимых.

Для оценки потерь в результате уничтожения аварией основных фондов транспорта и связи применяются методы оценки имущества.

При гидродинамических авариях степень разрушения зданий и сооружений (степень утраты остаточной стоимости) можно определить по результатам гидродинамической аварии в зоне затопления (см. метод определения вероятного вреда, причиняемого гидродинамическими авариями ГТС).

Ущерб жилому фонду и имуществу граждан I_4 , определяется по методике ущерба основных производственных фондов (как I_1) и (или) с учётом данных страховых компаний (в случае наличия «страховки»):

$$I_4 = \Pi_{\text{офу(ЖФ)}} + \Pi_{\text{офп(ЖФ)}},$$

где $\Pi_{\text{офу(ЖФ)}}$ – потери в результате уничтожения основных производственных фондов по имуществу граждан и жилому массиву определяется:

$$\Pi_{\text{офу(ЖФ)}} = \sum_{i=1}^1 [S_{\text{oi(ЖФ)}} - (S_{\text{mi(ЖФ)}} + S_{\text{yi(ЖФ)}})],$$

где $S_{\text{oi(ЖД)}}$ – остаточная стоимость (или стоимость замещения) i -го вида утраченных основных фондов жилого массива и имущества граждан, определяется:

$$S_{\text{oi(ЖД)}} = S_{\text{по } i(\text{ЖД)}} \times (1 - H_{\text{a(ЖФ)}}) \times \frac{T_{\text{э(ЖФ)}}}{100},$$

где $S_{\text{по } i(\text{ЖФ})}$ – первоначальная стоимость основных фондов данного вида по имуществу граждан и жилому массиву, тыс. руб., $N_{a(\text{ЖФ})}$ – амортизационные отчисления по имуществу граждан, основным фондам и жилому массиву, %, $T_{э(\text{ЖФ})}$ – продолжительность эксплуатации, на момент аварии, основных фондов по имуществу граждан и жилому массиву, лет, (величина $S_{o i(\text{ЖФ})}$ может быть определена на основании индексов изменения стоимости основных фондов по жилому массиву и имуществу граждан путём умножения $S_{o i(\text{ЖФ})} = S_{\text{по } i(\text{ЖФ})} \cdot k_{\text{стат}(\text{ЖФ})}$, где $k_{\text{стат}(\text{ЖФ})}$ – коэффициент восстановительной стоимости (Госкомстата России по жилому массиву и имуществу граждан); $S_{m i(\text{ЖФ})}$ – стоимость материальных ценностей по жилому массиву и имуществу граждан, годных для дальнейшего использования i -го вида уничтоженных основных фондов, тыс. руб.; $S_{y i(\text{ЖФ})}$ – утилизационная стоимость i -го вида уничтоженных основных фондов по жилому массиву и имуществу граждан, тыс. руб.; $n_{(\text{ЖФ})}$ – число видов уничтоженных основных фондов по жилому массиву и имуществу граждан; $l_{(\text{ЖФ})}$ – число видов уничтоженных основных фондов жилого массива и имуществу граждан; $\Pi_{\text{офп}(\text{ЖФ})}$ – потери в результате повреждения основных производственных фондов по жилому массиву и имуществу граждан, тыс. руб.

При частичном повреждении имущества транспорта и связи величину ущерба $\Pi_{\text{офп}(\text{ЖФ})}$ рекомендовано определять в размере расходов по его восстановлению до состояния, в котором оно находилось до аварии, при этом необходимо учесть:

- расходы на материалы и конструкции для ремонта, тыс. руб.;
- расходы на оплату услуг сторонних организаций по восстановлению и ремонту, тыс. руб.;
- стоимость электроэнергии при восстановительных работах, тыс. руб.;
- расходы по доставке материалов и конструкций к месту ремонта, строительства (или реконструкции);
- надбавки к заработной плате за сверхурочную работу, работу в ночное время и в праздничные дни, тыс. руб.

Из суммы восстановительных расходов производятся вычеты на износ

заменяемых в процессе ремонта и восстановления частей, узлов, агрегатов и деталей. Размер вычетов рассчитывается исходя из действительной стоимости этих частей и их стоимости в новом состоянии непосредственно до наступления аварии.

Восстановительные расходы, как правило, не включают в себя:

- дополнительные расходы, вызванные изменениями или улучшениями пострадавшего объекта;

- расходы по переработке, восстановительному ремонту и обслуживанию, равно как и иные расходы, которые были необходимы вне зависимости от факта наступления аварии;

- другие расходы, произведённые сверх необходимых расходов.

Для оценки потерь в результате уничтожения аварией основных фондов по жилому массиву и имуществу граждан применяются методы оценки имущества. При гидродинамических авариях степень разрушения объектов жилого фонда и имущества граждан определяется исходя из параметров гидродинамической аварии в зоне затопления (см. метод определения вероятного вреда, причиняемого гидродинамическими авариями ГТС).

При определении ущерба к жилому фонду следует относить оздоровительные учреждения, дома престарелых и интернаты, охотничьи и рыболовные хозяйства, а также непромышленные здания и сооружения, находящиеся в муниципальной и федеральной собственности.

Ущерб сельскохозяйственному производству I_6 определяется:

$$I_6 = I_{кз} + I_{вг},$$

где $I_{кз}$ – потери от ухудшения качества земли, которые определяются как сумма потерь от ухудшения различных видов земель: $I_{кз} = \sum_i^f P_{кз}$, где $P_{кз}$ – потери от ухудшения качества i -го вида земель, тыс. руб., f – число видов земель, $I_{вг}$ – ущерб от неполучения сельскохозяйственной продукции, определяется как сумма потерь от различных видов сельскохозяйственной продукции, тыс. руб.: $I_{вг} =$

$\sum_{i=1}^g П_{вг}$, где $\sum_{i=1}^g П_{вг}$ – стоимость ущерба от неполучения i -го вида сельскохозяйственной продукции, тыс. руб., g – количество видов сельскохозяйственной продукции.

Ущерб сельскохозяйственному производству для крупных хранилищ в результате гидродинамических аварий рассчитывается в размере 50% от стоимости земли по действующим нормам восстановления; площадь разрушения принимается равной 40% от общей площади затопленных сельскохозяйственных угодий.⁹

$$И_6 = 0,5 \times S_{сл.} \times K_n \times 0,4,$$

где $S_{сл.}$ – площадь сельскохозяйственных угодий, находящихся в зоне затопления, га; K_n – средний по субъектам Российской Федерации норматив стоимости 1-го гектара освоения новых земель взамен размытых сельскохозяйственных угодий, тыс. руб.; зона 1 – 25,4; зона 2 – 25,3; зона 3 – 23,6; зона 4 – 29,4; зона 5 – 21,5; зона 6 – 23,8; зона 7 – 21,6; зона 8 – 38,5; зона 9 – 22,7; зона 10 – 27,0; зона 11 – 32,8; зона 12 – 32,4; зона 13 – 22,7.

Ущерб лесному хозяйству $И_7$ определяется экспертным методом аналогий:

$$И_7 = И_{лп} + И_{лд},$$

где $И_{лп}$ – потери от снижения продукции лесных пород в результате аварии на ГТС (уничтожение деревьев), тыс. руб.; $И_{лд}$ – потери от других направлений хозяйственного использования леса, тыс. руб.

Для гидродинамических аварий ущерб лесному хозяйству определяется как:

$$И_7 = И_c + И_{7э},$$

где $И_{7c}$ – ущерб от потери леса как сырья определяется: $И_{7c} = 0,15 \cdot P \cdot S_{л.} \cdot M$, тыс. руб., где P – стоимость 1 м^3 корневого запаса леса, тыс. руб. [14]; $S_{л.}$ – площадь лесов в зоне затопления, га.; M – корневой запас товарной древесины, $\text{м}^3/\text{га}$. (для таежных

⁹ Временная методика оценки ущерба, возможного вследствие аварии гидротехнических сооружений М., 2000 г. Утверждена министерством России, согласована МЧС России 26.01.2000 г. № 33-224-9.

районов $M=130\text{м}^3/\text{га.}$, для районов со смешанным лесом $M=90\text{м}^3/\text{га.}$, для прочих районов $M=50\text{м}^3/\text{га.}$); $I_{7з}$ – ущерб от затопления лесов определяется по формуле: $I_{7з}=\alpha_1 \cdot S_{л} \cdot K_{\text{норм}(л)} \cdot \alpha_2$, где α_1 – доля утраченных лесных земель из подверженного затопления ($\alpha_1=0,15$); $S_{л}$ – площадь лесов в зоне катастрофического затопления, га.; $K_{\text{норм}(л)}$ – нормативная величина платы 1 га за перевод лесных земель в нелесные, тыс. руб.; α_2 – доля повреждённых лесных земель в зоне затопления ($\alpha_2 = 0,4$).

Ущерб от сброса опасных веществ в окружающую природную среду I_8 определяется:

$$I_8=I_{в}+I_{п}+I_{а}+I_{г}+I_{б},$$

где $I_{в}$ – ущерб, нанесённый поверхностным водам (водотокам, водоёмам), тыс. руб. определяется исходя из массы поступающих в них загрязняющих веществ, как соответствующая плата за сброс с учётом экологической ситуации в регионе и договора водопользования; $I_{п}$ – ущерб, нанесённый почвам, земле, недрам, тыс. руб. определяется как плата за несанкционированный сброс загрязняющих веществ исходя из нормативной платы за отход соответствующего класса токсичности с учётом экологической ситуации; $I_{а}$ – ущерб, нанесённый атмосферному воздуху, тыс. руб. определяется исходя из массы загрязняющих веществ, рассеивающихся в атмосфере; $I_{г}$ – ущерб, нанесённый подземным (в том числе грунтовым водам), тыс. руб. определяется исходя из массы поступающих в них загрязняющих веществ, и рассчитываются в соответствии с методиками исчисления размера ущерба от загрязнения подземных вод; $I_{б}$ – ущерб, нанесённый природным и природно-антропогенным объектам, растительному, животному, миру и иным организмам и прочим организмам, тыс. руб. рассчитывается как потери от снижения биопродуктивности водного объекта по соответствующим нормам.

Масса загрязняющих веществ (в том числе отходов), поступающих в атмосферу, поверхностные воды и в другие компоненты природной среды находятся по соответствующим методикам экспертным методом.

Расчёт массы сбросов (бытовых и технических отходов), загрязняющих

грунтовые и надземные воды, а также поверхностные слои почвы и их учёт в экономических расчётах производится по результатам анализа проб. Например, при сбросах различных солей, количество растворимых соединений возможно определить по величине рН воды или водной вытяжки грунта и с применением методов качественного анализа по закону гидролиза и растворения солей. Расчёт массы выбросов (бытовых и технических отходов), загрязняющих воздух населённых мест определяется по результатам контрольных замеров соответствующих соединений.

Ущерб, вызванный нарушением водоснабжения, из-за аварии водозаборных сооружений I_9 определяется:

$$I_9 = \sum_{i=1}^S N_i \times t_i \times Ц_i,$$

где N_i – количество жителей, потребляющих воду из i -го водозабора (организация аварийного водоснабжения – 0,6 м³/сутки на одного человека); t_i – число дней аварийного водоснабжения по i -му водозабору; $Ц_i$ – суточные затраты на организацию аварийного водоснабжения на одного жителя, снабжающегося из i -го водозабора (аварийное водоснабжение не более 0,6 м³/сутки по цене 5 руб. за 1 м³); s – количество (число) водозаборов.

Расходы на ликвидацию последствий аварии I_5 определяются:

$$I_5 = П_{л} + П_{р},$$

где $П_{л}$ – расходы, связанные с локализацией и ликвидацией аварии; $П_{р}$ – расходы, связанные с расследованием аварии.

Расходы, связанные с локализацией и ликвидацией аварии $П_{л}$ определяются:

$$П_{л} = З_{пл} + P_э + P_m + C_{сп},$$

где $З_{пл}$ – выплата заработной платы (премии) персоналу при ликвидации (локализации) аварии, тыс. руб.; $P_э$ – стоимость электрической и иной энергии, тыс.

руб.; P_m – стоимость материалов, предусмотренных для ликвидации аварии, тыс. руб.; $C_{сп}$ – стоимость услуг специализированных организаций по ликвидации последствий аварии, тыс. руб.

Расходы, связанные с расследованием аварии P_p определяются:

$$P_p = Z_{пл(ком)} + P_{НИР} + P_{эксп},$$

где $Z_{пл(ком)}$ – расходы по оплате труда членов комиссии (в том числе командировочные расходы), тыс. руб.; $P_{НИР}$ – затраты на научно-исследовательские работы, тыс. руб.; $P_{эксп}$ – стоимость услуг экспертов, привлекаемых для расследования причин аварии, тыс. руб.

Для гидродинамических аварий расходы на ликвидацию последствий аварии в размере 20% от суммы ущерба $I_1, I_{об}, I_2, I_3, I_4$ на территории населённых пунктов и промышленных объектов определяется как:

$$I_5 = 0,2 \cdot (I_1 + I_{об} + I_2 + I_3 + I_4),$$

Прочие виды ущерба I_{10} определяются экспертным путём. В случае гидродинамических аварий расчёт ущерба производится по аналогии с вычислениями непредвиденных расходов при осуществлении инвестиционных проектов водохозяйственного строительства. В этом случае размер непредвиденных расходов принимается в размере 10% от суммы ущербов $I_1, I_{об}, I_2, I_3, I_4, I_5, I_{7с}, I_8, I_9$.

$$I_{10} = 0,1 \cdot (I_1 + I_{об} + I_2 + I_3 + I_4 + I_5 + I_{7с} + I_9),$$

Обоснование сценариев аварий для расчёта вероятного вреда.

В перечень возможных сценариев аварий на ГТС, как правило, следует включать события, характеризующие возникновения и развития аварий:

- аварии с нарушением фильтрационного режима ГТС;
- аварии, связанные с испарением, возгоранием жидких отходов, запылением и

задымлением атмосферы;

– оценка риска аварий исходя из особенностей конструкций и потенциальных зон затопления;

– выделение наиболее тяжёлых последствий аварий;

– составляется перечень и состав жидких отходов, химических веществ, размещение хранилищ;

– возможность фильтрации (утечки) веществ во время гидродинамического воздействия.

Показатели последствий силового воздействия волны прорыва, при гидродинамической аварии определяются для территорий в пределах зоны затопления, в границах которой воздействие волны опасно для жизни или здоровья человека, может вызвать разрушение и повреждение зданий и сооружений.

Показатели последствий силового воздействия волны прорыва на человека Z определяется по формуле:

$$Z = N_1 + N_2 \times P_q^B,$$

где N_1 – количество человек, которые могут постоянно оказаться в зоне воздействия волны прорыва; N_2 – количество человек, которые могут временно оказаться в зоне воздействия волны прорыва; P_q^B – вероятность пребывания человека в зоне воздействия волны прорыва в течение суток ($P_q^B = 1$ при том, что человек присутствует в зоне затопления полные сутки).

Показатель силового воздействия волны прорыва Z_C на здание и сооружения определяется их прочностными характеристиками и параметрами волны прорыва:

$$Z_C = \sum_{i=1}^u \frac{\Phi_{I_{c(i)}}}{\Phi_{I_{lim(i)}}},$$

где $\Phi_{I_{c(i)}}$ – реальная величина параметра гидродинамической волны прорыва, м; $\Phi_{I_{lim(i)}}$ – предельная величина параметра гидродинамической волны прорыва для данного i -го здания или сооружения, определяемая по табл. 16, м;

u – количество зданий и сооружений в зоне затопления. Если величина $ZC > 1$, то разрушение возможно, а если $ZC < 1$, то здания и сооружения повреждаются незначительно или не повреждаются.

Показатель последствий аварии по воздействию на природную среду при фильтрационных утечках из хранилищ и при гидродинамических авариях определяется объёмами сбросов загрязняющих веществ в окружающую среду соотношением концентрации загрязняющих веществ в почве:

$$Z_3^п = \sum_{i=1}^r \frac{C_i^п}{C_{ПДК(i)}^п},$$

где $C_i^п$ – существующая компетенция i -го вещества в почве, мг./кг.; $C_{ПДК(i)}^п$ – предельно допустимая концентрация i -го вещества для почв, мг./кг.; r – количество вредных загрязняющих веществ в почве;

Соотношением концентрации загрязняющих веществ в грунтовых водах:

$$Z_3^{гп} = \sum_{i=1}^g \frac{C_i^{гп}}{C_{ПДК(i)}^{гв}},$$

где $C_i^{гп}$ – существующая концентрация i -го вещества в грунтовых водах, мг./дм³; $C_{ПДК(i)}^{гв}$ – предельно допустимая концентрация i -го вещества для грунтовых вод, мг./дм³; g – количество вредных загрязняющих веществ в водах.

Соотношение концентрации загрязняющих веществ в поверхностных водах и почве:

$$Z_п^{пв} = \sum_{i=1}^p \frac{C_i^{пв}}{C_{ПДК(i)}^{пв}},$$

где $C_i^{пв}$ – существенная концентрация i -го вещества в поверхностных водах, мг./дм³; $C_{ПДК(i)}^{пв}$ – предельно допустимая концентрация i -го вещества для поверхностных вод, мг./дм³.

При оценке последствий аварии и параметров загрязнения почвы, грунтовых вод и поверхностных водоёмов вредными веществами, содержащихся в отходах,

при гидродинамических авариях учтено следующее:

- инфильтрация жидкой фазы на площади затопления через почву и грунт свободная, т.е. фильтрация происходит без подпора со стороны грунтовых вод;
- не учитывается вода, оставшаяся в почвенно-растительном слое и естественных впадинах, и понижениях рельефа;
- не учитывается дифференциация загрязнения по мощности и площади почв, грунтового потока, акватории водоёмов.

При оценке степени загрязнения почвы, грунтовых и поверхностных вод необходимо учитывать то, что вся масса вредных веществ из профильтровавшейся с поверхности жидкости остаётся в почвенном и водном слое и распространяется равномерно по его глубине и площади затопления.

Расчёт параметров загрязнения почвы. Объём профильтровавшейся с поверхности почвы жидкости V_{ϕ} , определяется по формуле:

$$V_{\phi} = K_{\phi} \times J \times F_{\phi} \times T_{\phi},$$

где K_{ϕ} – коэффициент фильтрации почвенного слоя, м/сутки (определяется экспериментально); J – градиент инфильтрационного потока; F_{ϕ} – площадь фильтрации, м², ($F_{\phi} = F_{\text{зат}}$, где $F_{\text{зат}}$ – площадь затопления при максимальных значениях параметров волны от хранилища до водной преграды); T_{ϕ} – время фильтрации, сутки.

Концентрация i -го вредного вещества в почве, содержащегося в жидких отходах, вычисляется по формуле:

$$C_i^{\text{п}} = C_i \frac{V_{\phi}}{F_{\phi} \times M_{\text{п}} \times \rho_{\text{д}}^{\text{п}}} + C_{\phi i}^{\text{п}},$$

где C_i – концентрация i -го вредного вещества в жидких отходах, мг/мдЗ; V_{ϕ} – объём профильтровавшейся с поверхности почвы жидкости, мЗ; F_{ϕ} – площадь фильтрации, м2; $M_{\text{п}}$ – глубина почвенного слоя, м (определяется экспериментально); $\rho_{\text{д}}^{\text{п}}$ – плотность сухого почвенного слоя, т/м³ (определяется

экспериментально); $C_{\phi i}^{\Pi}$ – фоновая концентрация i -го вещества в почве, мг/кг.

Полученные данные расчётов по определению концентрации веществ в почве сравниваются с нормативными величинами ПДК.

Расчёт параметров загрязнения грунтовых вод.

Для каждого i -го вещества, содержащегося в жидких отходах, концентрация вещества в грунтовых водах определяется по формуле:

$$C_i^{ГВ} = \frac{V_{\phi} \times C_i + (F_{\phi} \times m^{ГВ} \times n^Г \times C_{\phi i}^{ГВ})}{V_{\phi} + (F_{\phi} \times m^{ГВ} \times n^Г)},$$

где $m^{ГВ}$ – толщина грунтового потока, м; $n^Г$ – пористость водоносных грунтов; $C_{\phi i}^{ГВ}$ – фоновая концентрация вещества в грунтовых водах до аварии, мг/дм³.

Полученные данные расчётов по определению концентрации веществ в грунтовых водах сравниваются с нормативными величинами ПДК.

Расчёт параметров загрязнения поверхностных водоёмов.

Для каждого i -го вещества, содержащегося в жидких отходах, концентрация вещества в поверхностных водоёмах(замкнутого) определяется:

$$C_i^{В(З)} = \frac{V_B \cdot C_i + (V_3 \cdot C_{\phi i}^B)}{V_B + V_3},$$

где V_B – объём жидких отходов, м³; V_3 – объём замкнутого водоёма, м³.

Полученные данные расчётов по определению концентрации веществ в замкнутом водоёме сравниваются с нормативными величинами ПДК, для воды проточного водоёма:

$$C_i^{В(П)} = \frac{Q_{\max} \times C_i + (Q_{\Pi} \times C_{\phi i}^B)}{Q_{\max} + Q_{\Pi}},$$

где Q_{\max} – максимальный расход изливающегося из хранилища потока, м³/сут.; Q_{Π} – расход проточного водоема, м³/сут.

Полученные данные расчётов по определению концентрации веществ в проточном водоёме сравниваются с нормативными величинами ПДК.

Расчет платежей по сбросам и загрязнениям подземных и надземных вод (сброс) производится по расценкам.

Выводы по разделу два

Таким образом методика предложенная МЧС усовершенствована за счет разработки метода оценки от травматизма пострадавших.

3 ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЗМЕРА ВЕРОЯТНОГО ВРЕДА В ДЕНЕЖНОМ ВЫРАЖЕНИИ ОТ ВОЗМОЖНОЙ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОЙ АВАРИИ 3-Х ВИДОВ ГТС

Исходные прогнозируемые данные для расчёта вероятного вреда приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Исходные данные для оценки размера вреда при аварии ГТС

Наименование показателей	Услов. обознач	Един. изм.	Величина показателя для оценки видов ГТС		
			1 вид ГТС	2 вид ГТС	3 вид ГТС
Прогнозируемое число погибших (проп. без) (кроме сотр. ГТС)	N1	чел	5	4	2
Прогнозируемое число погибших (проп. без) (сотр. ГТС)	N1(ГТС)	чел	10	3	9
Расходы на выплату пособий в случае смерти кормильца	Snor	тыс. руб	46784,535	21832,783	34308,659
Затраты отнесённые на одного погибшего (пропав. БЗ)	Snor(1HC)	тыс. руб	3118,969	3118,969	3118,969
Прогноз травмированных и госпитализированных (не сотр. ГТС)	N2	чел	100	150	50
Прогноз травмированных и госпитализированных (сотр. ГТС)	N2(ГТС)	чел	6	7	10
Ориентировочные затраты, отнесённые на 1-го пострадавшего (данные НИР)	Snoc(1HC)	тыс. руб	38858,7234	38858,7234	38858,7234
Первоначальная стоимость основных фондов (ОФ) данного вида Spерв=Spoi	Spoi	тыс. руб	600096	305000	240510
Норма амортизационных отчислений по основным фондам, (см. метод расчёта)	Ha	%	0,471698113	0,367647059	0,403225806
Продолжительность эксплуатации основных фондов,	Tэ	лет	49	43	62
Стоимость материальных ценностей (ОФ), годных для эксплуатации	Smi	тыс. руб	450072	228750	180382,5
Утилизационная стоимость i-го вида уничтоженных ОФ	Syi	тыс. руб	1500	1400	1200
Число видов уничтоженных основных фондов (ОФ)	n	шт	12	15	10
Потери в результате повреждения ОФ	Пофп	тыс. руб	150024	76250	60127,5
Число видов ценностей	m	шт	174	190	105
Валовый внутренний продукт за год региона (см. отчёт статистики РФ)	P1	тыс. руб	1260715200	1978055700	193895100
Площадь территории, где зафиксированы последствия аварии	Step	га	48130	17910	29970
Площадь зон сильных разрушений	S1	га	10400	7440	2710
Площадь зон средних разрушений	S2	га	30700	3270	4730
Площадь зон слабых разрушений	S3	га	7030	7200	22530
Плотность населения в зоне сильного разрушения (см. статистики РФ)	P1S1(нас)	чел/км2	19,73	11,13	5,915
Плотность населения в зоне среднего разрушения (см. статистики РФ)	P1S2(нас)	чел/км2	11,838	6,678	3,549
Плотность населения в зоне слабого разрушения (см. статистики РФ)	P1S3(нас)	чел/км2	7,892	4,452	2,366
Средняя величина плотности населения по субъектам РФ (см. статистики РФ)	Pфон(нас)	чел/км2	39,46	22,26	11,83
Степень разрушения на территории зоны S1 (см. условия задания)	k1	от. един	0,25	0,25	0,25
Степень разрушения на территории зоны S2 (см. условия задания)	k2	от. един	0,25	0,25	0,25
Степень разрушения на территории зоны S3 (см. условия задания)	k3	от. един	0,25	0,25	0,25
Первоначальная стоимость ОФ данного i-го вида транспорта и связи (ТиС)	Spoi(ТиС)	тыс. руб	47838,56	49965,87	39796,52
Норма амортизационных отчислений по ОФ ТиС	Ha(ТиС)	%	0,471698113	0,367647059	0,403225806
Продолжительность эксплуатации ОФ ТиС (на момент аварии)	Tэ(ТиС)	лет	53	68	62
Стоимость материальных ценностей по ОПФ ТиС годных для дальнейшего использования i-го вида уничтоженных ОФ	Smi(ТиС)	тыс. руб	35878,92	37474,4025	29847,39
Утилизационная стоимость i-го вида уничтоженных основных фондов (УОФ ТиС)	Syi(ТиС)	тыс. руб	1500	1400	1200
Число видов уничтоженных основных фондов транспорта и связи (УОФ ТиС)	n(ТиС)	шт	15	13	11
Потери в результате повреждения ОПФ ТиС	Пофп(ТиС)	тыс. руб	179394,6	162389,0775	109440,43
Первоначальная стоимость ОФ данного вида по ЖМ и ИГ	Spoi(ЖФ)	тыс. руб	28500	13500	12000
Норма амортизационных отчислений по ОФ по ЖМ и ИГ	Ha(ЖФ)	%	0,571428571	0,476190476	0,555555556
Продолжительность эксплуатации ОФ по ЖМ и ИГ (на момент аварии),	Tэ(ЖФ)	лет	35	42	36
Стоимость материальных ценностей по ЖМ и ИГ, годных для дальнейшего использования i-го вида уничтоженных ОФ	Smi(ЖФ)	тыс. руб	22800	10800	9600
Утилизационная стоимость i-го вида УОФ по ЖМ и ИГ	Syi(ЖФ)	тыс. руб	1500	1400	1200
Потери в результате повреждения ОПФ по ЖМ и ИГ	Пофп(ЖФ)	тыс. руб	467400	205200	189600
Число видов уничтоженных основных фондов по ЖМ и ИГ	n(ЖФ)	шт	82	76	79
Площадь С/Х угодий в зоне затопления	Sсл	га	200	190	250
Средний по РФ норматив стоимости 1-го га освоения новых земель взамен размытых С/Х угодий (см. статистики РФ)	кнорм	тыс. руб	зона 8 25,4	зона 8 32,7	зона 8 64,8
Стоимость 1 м3 корневого запаса леса (см. стат-отчёт РФ)	P	тыс. руб	8,7	14,7	14,7
Площадь лесов в зоне затопления	Slп	га	2500	1850	2050
Корневой запас товарной древесины (см. статистики РФ)	M	м3	900	850	958

Окончание таблицы 5

Наименование показателей	Услов. обознач	Един. изм	Величина показателя для оценки видов ГТС		
			1 вид ГТС	2 вид ГТС	3 вид ГТС
Доля утраченных лесных земель из подверженных затоплению	a1	от ед	0,05	0,35	0,25
Нормативная величина платы 1 га за перевод лесных земель в нелесные.	Кном(л)	тыс. руб	57,4	31,1	32,1
Доля поврежденных лесных земель в зоне затопления	a2	от ед	0,15	0,28	0,12
Объем сбросов в грунтовые и поверхностные воды (результаты замеров)	V(сбр)(вода)	м3	35200000	11150000	8000000
Объем сбросов в поверхностные слои почвы (результаты замеров)	V(сбр)(почва)	м3	140800000	33450000	32000000
Средняя концентрация выброса по контрольному замеру (Диоксид углерода - CO2)	C(выброс-1)	мг/м3	3,8	3,8	3,8
Средняя концентрация выброса по контрольному замеру (Серная кислота - H2SO4)	C(выброс-2)	мг/м3	0,306	0,0412	0,0506
Средняя концентрация выброса по контрольному замеру (Оксид ртути - HgO)	C(выброс-3)	мг/м3	0,247	0,0141	0,02
Средняя концентрация выброса по контрольному замеру (Сероводород - H2S)	C(выброс-4)	мг/м3	0,5	0,5	0,5
Величина pH водоемов по контрольному замеру	pH(вод)	pH	7,7	6,167	6
Площадь жилого массива	Sжм	га	53000	46800	39303
Высота жилого массива	Hжм	м	20	20	20
ПДК (CO2)	ПДКсс(х1)	мг/м3	1,57	1,57	1,57
ПДК (H2SO4)	ПДКсс(х1)	мг/м3	0,1	0,1	0,1
ПДК (HgO)	ПДКсс(х1)	мг/м3	0,0003	0,0003	0,0003
ПДК (H2S)	ПДКсс(х1)	мг/м3	0,00242	0,00242	0,00242
Величина pH водной вытяжки почвы	pH(почв)	pH	8,476	6,75	7,47
Количество жителей, потребляющих воду из i-го водозабора	Ni	человек	3493036	4325256	845537
Число дней аварийного водоснабжения по i-му водозабору	ti	дни	25	25	25
Суточные затраты аварийного водоснабжения на одного жителя (0,6*Ni*5), где 5 руб/м3-цена 1м3	Цi	тыс. руб	10479,108	12975,768	2536,611
Число водозаборов	Свдз	шт	3	1	2
ПДК (KCN)	ПДК(вода-рыба)	мг/м3	10	10	10
ПДК (Fe2(SO4)3)	ПДК(вода-рыба)	мг/м3	100000	100000	100000
ПДК (KCN)	ПДК(почва)	мг/м3	10	10	10
ПДК (Fe2(SO4)3)	ПДК(почва)	мг/м3	100000	100000	100000
Базовая норма стоимости 1 тонны сброса (KCN)	Нн(с)	тыс. руб	22,175	22,175	22,175
Базовая норма стоимости 1 тонны сброса (Fe2(SO4)3)	Нн(с)	тыс. руб	0,055096	0,055096	0,055096
Нормативная стоимость 1 тонны выброса (CO2)	Нн(в)	тыс. руб	0,000005	0,000005	0,000005
Нормативная стоимость 1 тонны выброса (H2SO4)	Нн(в)	тыс. руб	0,002065	0,002065	0,002065
Нормативная стоимость 1 тонны выброса (HgO)	Нн(в)	тыс. руб	0,055	0,055	0,055
Нормативная стоимость 1 тонны выброса (H2S)	Нн(в)	тыс. руб	0,002065	0,002065	0,002065

Общие и промежуточные итоги расчета экономических последствий при «ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ» на гидротехнических сооружениях. Вероятный вред от аварии на ГТС (по основным показателям) представлен в таблице 6.

Таблица 6 – Итоговая оценка чрезвычайных ситуаций на ГТС

Итоговая оценка Чрезвычайных ситуаций на ГТС (оценка по сценариям)					
В общем виде вероятный вред от аварии на ГТС (по основным составляющим)	$P_{Общ} = I_A + I_O + I_2 + I_{тщю} + I_5 + B_{10}$		1 вид ГТС	2 вид ГТС	3 вид ГТС
	Побщ	тыс руб			
Ущерб от аварии на ГТС	Выбор вариантов		3,05215E+12	1,58162E+12	1,65653E+11
Наиболее неблагоприятный сценарий	Побщ, тыс руб	1 вид ГТС	3,05215E+12		

Общий ущерб от аварии на ГТС.

Расходы при аварии на ГТС 1-го вида:

$$I_{\text{общ(ГТС 1)}} = 3,05E+12 \text{ тыс. руб.}$$

Расходы при аварии на ГТС 2-го вида:

$$I_{\text{общ(ГТС 2)}} = 1,58E+12 \text{ тыс. руб.}$$

Расходы при аварии на ГТС 3-го вида:

$$I_{\text{общ(ГТС 3)}} = 1,66E+11 \text{ тыс. руб.}$$

Наиболее неблагоприятным сценарием является ущерб на 1-м виде ГТС, который составит $I_{\text{общ(ГТС 1)}} = 3,05E+12$ тыс. руб.

Структура расчёта экономического ущерба по предполагаемым сценариям

Таблица 7 – Затраты, понесённые в результате гибели и пропавшие без вести людей.

1. Затраты, понесённые в результате гибели, пропажи без вести и травматизма людей						
Наименование показателей	Обозначение	Един. измер	Расчётная формула	Величина показателя для оценки видов ГТС		
				1 вид	2 вид	3 вид
1. Затраты, понесённые в результате гибели (пропавших без вести) и травматизма людей	$I_{\text{л}}$	тыс. руб	$I_{\text{л}} = I_{\text{л1}} + I_{\text{л2}} + I_{\text{л3}} + I_{\text{л4}}$	129569,07	85665,566	92617,318
1.1. Затраты в результате гибели (пропаж) людей (кроме сотр. ГТС)	$I_{\text{л1}}$	тыс. руб	$I_{\text{л1}}(I_{\text{л3}}) = S_{\text{ног}} + S_{\text{лк}}$	46784,535	21832,783	34308,659
1.2. Затраты в результате гибели (пропажи) людей (сотр. ГТС)	$I_{\text{л3}}$	тыс. руб	$S_{\text{ног}} = (N1 + N1(\text{ГТС})) * S_{\text{л}}$	46784,535	21832,783	34308,659
Расходы на выплату пособий в случае смерти кормильца (табл. 1 задания)	$S_{\text{нос}}$	тыс. руб	$I_{\text{л1}}(I_{\text{л3}}) = S_{\text{ног}} + S_{\text{лк}}$	46784,535	21832,783	34308,659
1.3. Затраты от травматизма и госпитализации людей (кроме сотр. ГТС)	$I_{\text{л2}}$	тыс. руб	$I_{\text{л2}}(I_{\text{л4}}) = N2 * S_{\text{ногр}}$	18000	21000	12000
1.4. Затраты от травматизма и госпитализации людей (сотр. ГТС)	$I_{\text{л4}}$	тыс. руб	$S_{\text{ногр}} = (N1 + N1(\text{ГТС})) * S_{\text{ногр}}$	18000	21000	12000
Прогноз травмированных и госпитализированных	$N2$	чел	(не сотр. ГТС)	100	150	50
Прогноз травмированных и госпитализированных	$N2(\text{ГТС})$	чел	(сотр. ГТС)	6	7	10
Ориентировочные затраты, отнесённые на 1-го пострадавшего	$S_{\text{нос}}(1\text{НС})$	тыс. руб		38858,7234	38858,7234	38858,7234

Затраты в результате гибели (пропавших без вести) людей $I_{\text{л}}$ составят.

При аварии на ГТС 1-го вида:

$$I_{\text{л(ГТС-1)}} = 1,30E+05 \text{ тыс. руб.};$$

При аварии на ГТС 2-го вида:

$$I_{л(ГТС-2)}=8,57E+04 \text{ тыс. руб.};$$

При аварии на ГТС 3-го вида:

$$I_{л(ГТС-3)}=9,26E+04 \text{ тыс. руб.}$$

Ущерб основным и оборотным фондам предприятий, кроме основных и оборотных фондов владельца ГТС (И_о) представлен в таблице 8.

Таблица 8 – Ущерб основным и оборотным фондам предприятий, кроме основных и оборотных фондов владельца ГТС (И_о)

2. Ущерб основным и оборотным фондам предприятий, кроме основных и оборотных фондов владельца ГТС						
Наименование показателей	Обозначение	Един. измер.	Расчетная формула	Величина показателя для оценки видов ГТС		
				1 вид	2 вид	3 вид
2.1. Ущерб основным производственным фондам, кроме основных и оборотных фондов владельца ГТС	И _о	тыс. руб.	И _о =И1+Иобщ	1500	1400	1200
2.2. Ущерб основным производственным фондам, кроме основных оборотных фондов владельца ГТС,	И1	тыс. руб.	И1=Иофу+Иобщ	12	15	10
Потери в результате уничтожения основных производственных фондов	Пофу	тыс. руб.	$\Pi_{\text{офв}} = \sum_{i=1}^n [S_{oi} - (S_{mi} + S_{yi})]$	1822500	854000	648000
Стоимость замещения (или остаточная стоимость) i-го вида уничтоженных основных фондов	S _{oi}	тыс. руб.	$S_{oi} = S_{\text{пои}} \cdot \left(1 - H_a \frac{T_i}{100}\right)$	75	70	60
Первоначальная стоимость основных фондов (ОФ) данного вида	S _{поi}	тыс. руб.		600096	305000	240510
Норма амортизационных отчислений по основным фондам	Н _а	%		0,471698113	0,367647059	0,403225806
Продолжительность эксплуатации основных фондов	T _э	лет		49	43	62
Стоимость материальных ценностей (ОФ), годных для экспл.	S _{mi}	тыс. руб.		450072	228750	180382,5
Утилизационная стоимость i-го вида уничтоженных ОФ	S _{yi}	тыс. руб.		1500	1400	1200
Число видов уничтоженных основных фондов (ОФ)	n	шт		12	15	10
Потери в результате повреждения ОФ (см. условия задания)	Пофп	тыс. руб.		150024	76250	60127,5
2.3. Ущерб оборотным производственным фондам	И _{об}	тыс. руб.	$I_{\text{об}} = \sum_{i=1}^m \Pi_{\text{оби}}$	13050	13300	6300
Стоимость ущерба, причиненного i-му виду товаров, сырью и т.п.,	Поби	тыс. руб.	$I_{\text{оби}} = I_i \cdot 0,05$ (допуск 5% от ущерба)	75	70	60
Число видов ценностей	m	шт		174	190	105

Ущерб основным и оборотным фондам предприятий, кроме основных и оборотных фондов владельца ГТС И_о составит:

При аварии на ГТС 1-го вида:

$$I_{o(ГТС-1)} = 1,500E+03 \text{ тыс. руб.};$$

При аварии на ГТС 2-го вида:

$$I_{o(ГТС-2)} = 1,400E+03 \text{ тыс. руб.};$$

При аварии на ГТС 3-го вида:

$$I_{o(ГТС-3)} = 1,200E+03 \text{ тыс. руб.}$$

Ущерб готовой продукции предприятия представлен в таблице 9.

Таблица 9 – Ущерб готовой продукции предприятий

3. Ущерб готовой продукции предприятий						
Наименование показателей	Обозначение	Един. измер.	Расчётная формула	Величина показателя для оценки видов ГТС		
				1 вид	2 вид	3 вид
3. Оценка ущерба готовой продукции	I2	тыс. руб		1 вид	2 вид	3 вид
	$I_2 = I_{2(фон)} \cdot t \cdot (S_1 \cdot k_1 \cdot N_1 + S_2 \cdot k_2 \cdot N_2 + S_3 \cdot k_3 \cdot N_3)$			2899985,481	4747665,013	329692,836
3.1. Общий валовой внутренний продукт в регионе (ОВВП) произведенный за рабочий день	I2(фон)	тыс. руб	$I_{2(фон)} = \frac{P_1}{S_{тер} \cdot N_p}$	0,010477583	0,044177682	0,002587856
Валовой внутренний продукт за год региона	P1	тыс. руб	(см. стат-отчёт РФ)	1260715200	1978055700	193895100
Площадь территории, где зафиксированы последствия аварии	Sтер	м2		481300000	179100000	299700000
Число рабочих дней в году (250 дней); см. календарь	Np	дни		250	250	250
3.2. Число дней хранения продукции на предприятии (см. нормы, но не более 7 дней)	t	дни	см. нормы	7	7	7
3.3. Площадь зон сильных разрушений	S1	м2		104000000	74400000	27100000
3.4. Площадь зон средних разрушений	S2	м2		307000000	32700000	47300000
3.5. Площадь зон слабых разрушений	S3	м2		70300000	72000000	225300000
3.6. Коэффициент концентрации ОФ на территории S1	П1		$П_1 = \frac{P_1(нас)}{P_{фон(нас)}}$	0,5	0,5	0,5
3.7. Коэффициент концентрации основных фондов на S2	П2		$П_2 = \frac{P_2(нас)}{P_{фон(нас)}}$	0,3	0,3	0,3
3.8. Коэффициент концентрации основных фондов на S3	П3		$П_3 = \frac{P_3(нас)}{P_{фон(нас)}}$	0,2	0,2	0,2
Плотность населения в зоне сильного разрушения	P1(нас)	чел/м2		0,00001973	0,00001113	0,000005915
Плотность населения в зоне среднего разрушения	P2(нас)	чел/м2		0,000011838	0,000006678	0,000003549
Плотность населения в зоне слабого разрушения	P3(нас)	чел/м2		0,000007892	0,000004452	0,000002366
Средняя величина плотности населения по субъектом РФ	Pфон(нас)	чел/м2		0,00003946	0,00002226	0,00001183
3.9. Степень разрушения на территории зоны S1	k1	от. един		0,25	0,25	0,25
3.10. Степень разрушения на территории зоны S2	k2	от. един		0,25	0,25	0,25
3.11. Степень разрушения на территории зоны S3	k3	от. един		0,25	0,25	0,25

Ущерб готовой продукции предприятий I_2 составит.

При аварии на ГТС 1-го вида:

$$I_{2(\text{ГТС-1})} = 2,90\text{E}+06 \text{ тыс. руб.};$$

При аварии на ГТС 2-го вида:

$$I_{2(\text{ГТС-2})} = 4,75\text{E}+06 \text{ тыс. руб.};$$

При аварии на ГТС 3-го вида:

$$I_{2\text{ГТС-3}} = 3,30\text{E}+05 \text{ тыс. руб.}$$

Ущерб элементам транспорта и связи, жилому фонду, имуществу граждан, с/х производству представлена в таблице 10.

Таблица 10 – Ущерб элементам транспорта и связи, жилому фонду, имуществу граждан, с/х производству

4. Ущерб элементам транспорта и связи, жилому фонду, имуществу граждан, с/х производству и т.п.						
Наименование показателей	Обозначение	Един. измер.	Расчётная формула	Величина показателя для оценки видов ГТС		
				1 вид	2 вид	3 вид
4. Ущерб транспорта, жилого фонда, имущества граждан и т.п.	Итжз	тыс. руб.	$I_{\text{тжз}} = I_1 + I_2 + I_3 + I_4 + I_5 + I_6 + I_7 + I_8 + I_9$	2,77468E+12	1,43783E+12	1,50596E+11
4.1. Ущерб элементам транспорта и связи	ИЗ	тыс. руб.	$I_3 = \Pi_{\text{ффу}}(\%C) + \Pi_{\text{офн}}(\%C)$	156894,6	144189,0775	96240,43
Потери при уничтожении ОПФ транспорта и связи	Пофу(ТиС)	тыс. руб.	$\Pi_{\text{офн}}(\%C) = \sum_{i=1}^{n_{\text{офн}}} (S_{\text{офн}i} - (S_{\text{офн}i} + S_{\text{офн}i}))$	-22500	-18200	-13200
Стоимость замещения (или остаточная) i-го вида УОФ ТиС	Soi(ТиС)	тыс. руб.	$S_{\text{офн}i} = S_{\text{офн}i} \cdot \left(1 - H_{\text{офн}i} \cdot \frac{T_{\text{офн}i}}{100}\right)$	35878,92	37474,4025	29847,39
Первоначальная стоимость ОФ данного i-го вида (ТиС)	Snoi(ТиС)	тыс. руб.		47838,56	49965,87	39796,52
Норма амортизационных отчислений по ОФ ТиС	Ha(ТиС)	%		0,471698113	0,367647059	0,403225806
Продолжительность эксплуатации ОФ ТиС (на момент аварии)	Tз(ТиС)	лет		53	68	62
Стоимость материальных ценностей по ОПФ ТиС годных для дальнейшего использования i-го вида уничтоженных ОФ				35878,92	37474,4025	29847,39
	Smi(ТиС)	тыс. руб.				
Утилизационная стоимость i-го вида (УОФ ТиС)	Syi(ТиС)	тыс. руб.		1500	1400	1200

Окончание таблицы 10

4. Ущерб элементам транспорта и связи, жилому фонду, имуществу граждан, с/х производству и т.п.						
Наименование показателей	Обозначение	Един. измер.	Расчетная формула	Величина показателя для оценки видов ГТС		
				1 вид	2 вид	3 вид
Число видов уничтоженных ОП транспорта и связи (УОФ ТиС)	n(ТиС)	шт		15	13	11
Потери в результате повреждения ОПФ ТиС	Пофп(ТиС)	тыс. руб		179394,6	162389,0775	109440,43
4.2. Ущерб жилому фонду и имуществу граждан	И4	тыс. руб	$I_4 = \Pi_{\text{офп(ЖФ)}} + \Pi_{\text{офп(ИГ)}}$	344400	98800	94800
Потери в результате уничтожения ОПФ по ЖМ и ИГ	Пофу(ЖФ)	тыс. руб	$\Pi_{\text{офп(ЖФ)}} = \sum_{i=1}^n (S_{\text{офп}(i)} - (S_{\text{офп}(i)} - S_{\text{офп}(i)}))$	-123000	-106400	-94800
Стоимость замещения (остаточная) i-го вида УОФ по ЖИИГ	Soi(ЖФ)	тыс. руб	$S_{\text{офп}(i)} = S_{\text{офп}(i)} \cdot (1 - N_{\text{офп}} \cdot \frac{T_{\text{офп}}}{100})$	22800	10800	9600
Первоначальная стоимость ОПФ данного вида по ЖМ и ИГ	Snoi(ЖФ)	тыс. руб		28500	13500	12000
Норма амортизационных отчислений по ОПФ по ЖМ и ИГ	Na(ЖФ)	%		0,571428571	0,476190476	0,555555556
Продолжительность эксплуатации ОПФ по ЖМ и ИГ (на момент аварии),	Tэ(ЖФ)	лет		35	42	36
Стоимость материальных ценностей по ЖМ и ИГ, годных для дальнейшего использования i-го вида уничтоженных ОПФ	Smi(ЖФ)	тыс. руб		22800	10800	9600
Утилизационная стоимость i-го вида УОФ по ЖМ и ИГ	Syi(ЖФ)	тыс. руб		1500	1400	1200
Потери в результате повреждения ОПФ по ЖМ и ИГ	Пофп(ЖФ)	тыс. руб		467400	205200	189600
Число видов уничтоженных основных фондов по ЖМ и ИГ	I(ЖФ)	шт		82	76	79
4.3. Ущерб сельскохозяйственному производству (см. укрупненный расчёт)	И6	тыс. руб	$I_6 = 0,5 \cdot S_{\text{сх}} \cdot K_{\text{норм}} \cdot 0,4$	10160000	12426000	32400000
Площадь С/Х угодий в зоне затопления	Sсл	м2		2000000	1900000	2500000
Средний по РФ норматив стоимости 1-го га освоения новых земель взамен размытых С/Х угодий	кнорм	тыс. руб		25,4	32,7	64,8
4.4. Ущерб лесному хозяйству	И7	тыс. руб	$I_7 = I_{7c} + I_{7з}$	29373262500	34730009300	43323736500
4.5. Ущерб от потери леса как сырья	И7с	тыс. руб	$I_{7c} = 0,15 \cdot P \cdot S_{\text{л}} \cdot M$	29362500000	34673625000	43303995000
Стоимость 1 м3 корневого запаса песа	P	тыс. руб		8,7	14,7	14,7
Площадь лесов в зоне затопления	Sл	м2		25000000	18500000	20500000
Корневой запас товарной древесины (см. статистики РФ)	M	м3		900	850	958
4.6. Ущерб от затопления лесов	И7з	тыс. руб	$I_{7з} = a_1 \cdot S_{\text{л}} \cdot K_{\text{норм(л)}} \cdot a_2$	10762500	56384300	19741500
Доля утраченных лесных земель из подверженных затоплению	a1	от ед		0,05	0,35	0,25
Нормативная величина платы 1 га за перевод лесных земель в нелесные,	Кном(л)	тыс. руб		57,4	31,1	32,1
Доля поврежденных лесных земель в зоне затопления	a2	от ед		0,15	0,28	0,12

Ущерб элементам транспорта и связи, жилому фонду, имуществу граждан, с/х производству и т.п. $I_{\text{ГТЖЭ}}$ составит:

При аварии на ГТС 1-го вида:

$$I_{\text{ГТЖЭ(ГТС-1)}} = 2,77E+12 \text{ тыс. руб.};$$

При аварии на ГТС 2-го вида:

$$I_{\text{ГЖЭ(ГТС-2)}} = 1,44\text{E}+12 \text{ тыс. руб.};$$

При аварии на ГТС 3-го вида:

$$I_{\text{ГЖЭ(ГТС-3)}} = 1,51\text{E}+11 \text{ тыс. руб.};$$

Таблица 11 – Расчет экономического ущерба от сбросов в почву, воздух, грунтовые и поверхностные воды

5. Расчёт нормативных, лимитных и сверх лимитных сбросов. Расчёт ущерба, тыс. руб						
Наименование показателей	Обозначение	Един. измер.	Расчётная формула	Величина показателя для оценки видов ГТС		
				1 вид	2 вид	3 вид
5.1. Ущерб от сброса опасных (отходов-поверх., почва-грунт-вода); выбросы	I8	тыс. руб	$I_8 = I_8 + I_n + I_o + I_2 + I_5$	77,44700664	7,990269106	7,907916494
5.2. Ущерб, нанесённый поверхностным и грунтовым водам	Iв	тыс. руб		0,000228675	7,62677E-06	1,18074E-05
5.3. Ущерб, нанесённый поверхностному слою почвы	Iп	тыс. руб		0,030974383	1,48315E-06	6,84778E-05
5.4. Ущерб, нанесённый атмосферному воздуху	Iа	тыс. руб		77,41580358	7,990259996	7,907836209
5.6. Ущерб, вызванный нарушением водоснабжения	I9	тыс. руб	$I_9 = \sum_{i=1}^S N_i \cdot t_i \cdot Ц_i$	2,74529E+12	1,40309E+12	1,0724E+11
Количество жителей, потребляющих воду из i-го водозабора	Ni	человек		3493036	4325256	845537
Число дней аварийного водоснабжения по i-му водозабору	ti	дни		25	25	25
Суточные затраты аварийного водоснабжения на 1-го жителя	Цi	тыс. руб	(0,6*Ni*5), где 5-цена 1м3	10479,108	12975,768	2536,611
Число водозаборов	S	шт		3	1	2

Расчёт экономического ущерба от сбросов в грунтовые и поверхностные воды I_8 .

Расчёт массы сбросов (бытовых и технических отходов) и их учёт в экономических расчётах производится с учётом качественного анализа.

Данные расчёта показали:

- экономический ущерб на ГТС 1-го вида составит: $2,29\text{E} - 04$ тыс. руб.;
- экономический ущерб на ГТС 2-го вида составит: $7,63\text{E} - 06$ тыс. руб.;
- экономический ущерб на ГТС 3-го вида составит: $1,18\text{E} - 05$ тыс. руб.

Ущерб по загрязнению поверхностных слоёв земли составит:

– экономический ущерб (ПЗ ГТС 1) составит $3,10E - 02$ тыс. руб.;

– экономический ущерб (ПЗ ГТС2) составит $1,48E - 01$ тыс. руб.;

– экономический ущерб (ПЗ ГТС3) составит $6,85E - 5$ тыс. руб.

При определении ущерба $I_a = \mathcal{E}_{pp}$, нанесённого атмосферному воздуху населённых мест рассчитывается масса веществ, которые могли быть выброшены в атмосферу в случае ЧС.

Следовательно, ущерб, который может быть нанесён атмосферному воздуху населённых мест при выбросе CO_2 на ГТС 1-го вида, составит:

$$I_a = \mathcal{E}_{pp} = K_{эс(в)} \cdot K_i \cdot (M_{н(в)} \cdot H_{н(в)} + M_{л(в)} \cdot H_{л(в)} + M_{сл(в)} \cdot H_{сл(в)}) = \\ = 1,35E-02 \text{ тыс. руб.}$$

По соответствующей методике, производится расчёт ущерба от выбросов этилового CO_2 ГТС 2 – го вида и 3-го вида. Данные расчёта показали, что Эк.ущ_(ГТС 2) составит $1,19 - 02$ тыс. руб.; Эк.ущ_(ГТС3) составит $9,06 - 03$ тыс. руб.

Ущерб, который может быть нанесён атмосфере жилых массивов при выбросе H_2SO_4 , в результате аварии составит:

на ГТС 1-го вида: $4,95E - 01$ тыс. руб.;

на ГТС 2-го вида: $1,59E - 02$ тыс. руб.;

на ГТС 3-го вида: $1,64E - 02$ тыс. руб.

Ущерб, который может быть нанесён атмосфере жилых массивов при выбросе HgO , в результате аварии составит:

на ГТС 1-го вида: $7,16E+01$ тыс. руб.;

на ГТС 2-го вида: $3,25E+00$ тыс. руб.;

на ГТС 3-го вида: $3,94E+00$ тыс. руб.

Ущерб, который может быть нанесён атмосфере жилых массивов при выбросе H_2S , в результате аварии составит:

на ГТС 1-го вида: $5,34E+00$ тыс. руб.;

на ГТС 2-го вида: 4,72E+00 тыс. руб.;

на ГТС 3-го вида: 3,94E+00 тыс. руб.

Ущерб, вызванный нарушением водоснабжения И₉, из-за аварии водозаборных сооружений составит:

При аварии на ГТС 1-го вида составит:

$$И_{9(\text{ГТС } 1)} = 2,75E+12 \text{ тыс. руб.};$$

При аварии на ГТС 2-го вида составит:

$$И_{9(\text{ГТС } 2)} = 1,40E+12 \text{ тыс. руб.};$$

При аварии на ГТС 3-го вида составит:

$$И_{9(\text{ГТС } 3)} = 1,07E+12 \text{ тыс. руб.}$$

Расходы на ликвидацию последствий аварии И₅ составят:

Расходы при аварии на ГТС 1-го вида:

$$И_{5(\text{ГТС } 1)} = 6,83E+05 \text{ тыс. руб.};$$

Расходы при аварии на ГТС 2-го вида:

$$И_{5(\text{ГТС } 2)} = 1,00E+06 \text{ тыс. руб.};$$

Расходы при аварии на ГТС 3-го вида:

$$И_{5(\text{ГТС } 3)} = 1,05E+05 \text{ тыс. руб.}$$

Прочие виды ущерба составят (10% от суммы ущерба):

Расходы при аварии на ГТС 1-го вида:

$$И_{10(\text{ГТС } 1)} = 2,77E+11 \text{ тыс. руб.};$$

Расходы при аварии на ГТС 2-го вида:

$$I_{10(\text{ГТС } 2)} = 1,44\text{E}+11 \text{ тыс. руб.};$$

Расходы при аварии на ГТС 3-го вида:

$$I_{10(\text{ГТС } 3)} = 1,51\text{E}+05 \text{ тыс. руб.}$$

Общий ущерб от аварии на ГТС составит:

Расходы при аварии на ГТС 1-го вида:

$$I_{\text{общ}(\text{ГТС } 1)} = 3,05\text{E}+12 \text{ тыс. руб.};$$

Расходы при аварии на ГТС 2-го вида:

$$I_{\text{общ}(\text{ГТС } 2)} = 1,58\text{E}+12 \text{ тыс. руб.};$$

Расходы при аварии на ГТС 3-го вида:

$$I_{\text{общ}(\text{ГТС } 3)} = 1,66\text{E}+11 \text{ тыс. руб.}$$

Выводы по разделу три

Результаты расчётов показали, что при сравнении 3-х видов гидротехнических сооружений (ГТС), наибольший размер вероятного вреда, будет причинён ГТС 1-го вида и составит 3 052 146 495 698,11 тыс. руб.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основе выполненных расчетов, созданы обоснованные методические и практические рекомендации по предостережению чрезвычайных ситуаций на водных антропогенных объектах, позволяющие устранить подобные ситуации и улучшить безопасность гидротехнических сооружений.

Основные выводы по результатам выполненной работы следующие:

1) представлена экономическая оценка ущерба от чрезвычайных ситуаций на антропогенных водных объектах – ГТС по трем сценариям;

2) определен вариант наиболее неблагоприятного случая чрезвычайной ситуации ГТС. Данные расчеты показали, что 1-й вариант ГТС ущерб, которого составит $3,05E+12$ тыс. руб. является наиболее неблагоприятным;

3) произведен анализ по структуре ущерба данного варианта по статьям:

– затраты в результате гибели (пропавших без вести) людей составят $1,30E+05$ тыс. руб.;

– ущерб основным и оборотным фондам предприятий, кроме основных и оборотных фондов владельца ГТС составит $1,500E+03$ тыс. руб.;

– ущерб готовой продукции предприятий составит $2,90E+06$ тыс. руб.;

– ущерб элементам транспорта и связи, жилому фонду, имуществу граждан, с/х производству и т.п. составит $2,77E+12$ тыс. руб.;

– ущерб загрязнения выбросами атмосферного воздуха составит $77,41$ тыс. руб.;

– ущерба от сбросов в грунтовые и поверхностные воды составит $2,29E - 04$ тыс. руб.;

– ущерб по загрязнению поверхностных слоёв земли составит $3,10E-02$ тыс. руб.;

– ущерб, вызванный нарушением водоснабжения из-за аварии водозаборных сооружений – составит $2,75E+12$ тыс. руб.;

– расходы на ликвидацию последствий аварии – составят $6,83E+05$ тыс. руб.;

– прочие виды ущерба составят (10% от суммы ущерба) – $2,77E+11$ тыс. руб.;

Результаты расчётов показали, что при сравнении 3-х видов гидротехнических сооружений (ГТС), наибольший размер вероятного вреда, будет причинён ГТС 1-го вида и составит 3 052 146 495 698,11 тыс. руб.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1 Временная методика оценки ущерба, возможного вследствие аварии гидротехнических сооружений. М., 2000 г. Утверждена министерством России, согласована МЧС России 26.01. 2000 № 33-224-9

4 Гурлев, В. Г. БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ. Учебное пособие. Челябинск, Издательство ЮУрГУ, 2011, 50 с

5 ГОСТ Р 22.0.22.-94. «Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Термины и определения основных понятий»

4 О безопасности гидротехнических сооружений», постановлением Правительства Российской Федерации от 18 декабря 2001 г. № 876 «Об утверждении правил величины финансового обеспечения гражданской ответственности за вред, причинённый в результате аварии ГТС

5 Научно-популярная энциклопедия «Вода России» – комплексный источник информации о водных ресурсах и водном хозяйстве Российской Федерации, часть информационной работы в рамках федеральной целевой программы «Развитие водохозяйственного комплекса Российской Федерации в 2012–2020 годах», <http://voda.org.ru/encyclopedia/show/2855>– ознакомительная статья на Федеральном информационном портале «Вода России»

6 <http://www.sshges.rushydro.ru/>, «РусГидро»,

7 Экономическая безопасность: Учебное пособие / Под ред. В.А. Богомолова. - М.: ЮНИТИ, 2013. - 295 с.

8 Криворотов, В.В. Экономическая безопасность государства и регионов: Учебное пособие / В.В. Криворотов, А.В. Калина. - М.: ЮНИТИ, 2015. - 351 с.

9 Финансовый анализ: учебное пособие / Н.Н. Котова,

10 Хеддервик, К.А. Финансовый и экономический анализ деятельности предприятия /Под ред. Ю.Н. Воропаева – М.: Финансы и статистика, – 2006. – С. 384.

11 Котова, Н. Н. Экономический анализ: учебное пособие / – Челябинск:

Издательский центр ЮУрГУ, – 2014. – С. 90.

12 Макаров, В.Е. Социальные основы информационной безопасности деловой организации: Монография // Макаров В.Е. – Таганрог. 2015. – 233с.

13 ГН 2.1.1.689-93 «ПДК химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования»: Перечень ПДК вредных веществ для воды рыбохозяйственных водоёмов», М.,1999

14 Кухаренко, С. И. Безопасность в чрезвычайных ситуациях: Монография // – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, – 2013. – С.45.

15 Гражданский кодекс Российской Федерации от 30 ноября 1994 г. № 51-ФЗ (в ред. От 3 августа 2018 г.) №12 – ФЗ. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_5142.

16 Трудовой кодекс Российской Федерации от 30 декабря 2001 г. № 197–ФЗ (в ред. От 29 декабря 2012 г.) // Собрание законодательства Российской Федерации – 2002. – № 1. Ч. 1. – Ст. 238. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34683/1 Федеральный закон «О безопасности гидротехнических сооружений» от 23 июня 1997 г.

17 Приказ МЧС РФ N 482, Госгортехнадзора РФ N 175а от 15.08.2003 "Об утверждении Методики определения размера вреда, который может быть причинен жизни, здоровью физических лиц, имуществу физических и юридических лиц в результате аварии гидротехнического сооружения"

18 Приказ МИНПРИРОДЫ РФ 27 ноября 1992 г. с изменениями от 18 августа 1993 г