

Заказчик – АО «Ковдорский горно-обогатительный комбинат»

Хвостовое хозяйство Ковдорского ГОКа. Реконструкция

ПРОЕКТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

**Раздел 12. Иная документация в случаях, предусмотренных
федеральными законами**

Подраздел 4. Критерии безопасности ГТС

5102-19025-П-01-ДП1

Том 12.4

2022

Заказчик – АО «Ковдорский горно-обогатительный комбинат»

Хвостовое хозяйство Ковдорского ГОКа. Реконструкция

ПРОЕКТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

**Раздел 12. Иная документация в случаях, предусмотренных
федеральными законами**

Подраздел 4. Критерии безопасности ГТС

5102-19025-П-01-ДП1

Том 12.4

Директор по проектированию

В.А. Немцев

Главный инженер проекта

Е.А. Семушина


2022

Обозначение	Наименование	Кол-во стр.	Примечание
5102-19025-П-01-ДП1-С	Содержание тома 12.4	1	
5102-19025-П-01-ДП1.ТЧ	Текстовая часть	45	

Общее количество листов – 47

Согласовано	

Взам. инв. №	
Подпись и дата	
Инв. № подл.	

						5102-19025-П-01-ДП1-С			
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата				
Разработал		Волченсков			15.06.22	Содержание тома 12.4	Стадия	Лист	Листов
Проверил		Высоцкий			15.06.22		П		1
Нормоконтролер							 ЕВРОХИМ ООО «ЕВРОХИМ - ПРОЕКТ»		

Хвостовое хозяйство Ковдорского ГОКа. Реконструкция

Раздел 12. Иная документация в случаях, предусмотренных федеральными законами

Подраздел 4. Критерии безопасности ГТС

Текстовая часть**РАЗРАБОТАНО:**

Выполненные разделы документа	Отдел/должность	И.О. Фамилия	Подпись	Дата
<i>Все разделы</i>	<i>Департамент гидротехнических сооружений</i>			
	Руководитель проектов по ГТС	М.С. Высоцкий		15.06.22
	Ведущий инженер	Е.Ю. Волченсков		15.06.22

СОГЛАСОВАНО:

Должность	И.О. Фамилия	Подпись	Дата
Нормоконтролер			15.06.22

2022	Раздел 12. Иная документация в случаях, предусмотренных федеральными законами. Подраздел 4. Критерии безопасности ГТС. Том 12.4.	1
------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---

Содержание

Обозначения и сокращения.....	5
1 Наименование владельца ГТС, его реквизиты, дата составления.....	6
2 Основание для разработки документации	7
3 Наименование и реквизиты организаций, привлеченных владельцем ГТС к разработке документации	8
4 Основные понятия безопасности ГТС	9
5 Определение и порядок разработки критериев безопасности.....	12
6 Общая информация, включающая данные о ГТС и природных условиях района их расположения	14
6.1 Общая информация о ГТС.....	14
6.2 Природно-климатические условия	16
7 Назначение критериальных значений количественных показателей состояния ГТС	24
7.1 Критерии отметок гребня ограждающей дамбы.....	24
7.2 Критерии ширины гребня (берм) ограждающей дамбы	25
7.3 Критерии значений заложения откосов ограждающей дамбы	26
7.4 Критерии коэффициентов устойчивости откосов ограждающей дамбы	26
7.5 Критерии осадки ограждающей дамбы.....	28
7.6 Критерии горизонтальных смещений гребня ограждающей дамбы	30
7.7 Критерии положения поверхности депрессии	31
7.8 Критерии фильтрационной прочности тела ограждающей дамбы	32
7.9 Критерии фильтрационных расходов.....	33
7.10 Критерии мутности воды, профильтровавшейся через тело и основание ограждающей дамбы.....	34
7.11 Критерии отметок наполнения пруда отстойника (хвостохранилища)	35

2022	Раздел 12. Иная документация в случаях, предусмотренных федеральными законами. Подраздел 4. Критерии безопасности ГТС. Том 12.4.	2
------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---

7.12	Критерии длины надводного пляжа пруда отстойника (хвостохранилища)	35
7.13	Критерии минимальной толщины стенок пульповодов (водоводов)	36
7.14	Критерии размера майны в районе водозаборного колодца.....	37
7.15	Критерии характеристик исходной пульпы	37
7.16	Критерии санитарного состояния окружающей среды (концентрация ЗВ).....	37
7.17	Принятые критериальные значения количественных показателей состояния ГТС.....	38
8	Назначение критериальных значений качественных показателей состояния ГТС	40
9	Ссылочные документы и библиография	44
9.1	Ссылочные нормативные документы.....	44
9.2	Ссылочные документы	44
9.3	Библиография	45

Перечень таблиц

1	– Средние значения температуры воздуха (°С).....	18
2	– Средняя месячная и годовая скорость ветра (м/с).....	18
3	– Повторяемость направления ветра и штилей на ГМС Ковдор	18
4	– Максимальная скорость ветра, 10-мин осреднение (м/с)	18
5	– Расчетные среднегодовые расходы	22
6	– Расчетные максимальные расходы	22
7	– Критерии допустимых отклонений отметок гребня ограждающей дамбы	25
8	– Значения коэффициента ответственности сооружения.....	27
9	– Значения коэффициента сочетания нагрузок.....	27
10	– Критерии отметок наполнения пруда отстойника (хвостохранилища)	35
11	– Критерии безопасности количественных диагностических показателей состояния сооружений.....	38

2022	Раздел 12. Иная документация в случаях, предусмотренных федеральными законами. Подраздел 4. Критерии безопасности ГТС. Том 12.4.	3
-------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------

12 – Критерии безопасности качественных диагностических показателей состояния сооружений.....	40
--------------------------------------------------------------------------------------------------	----

Перечень рисунков

1 – Обзорная карта-схема расположение Ковдорского ГОКа.....	16
2 – 2 поле хвостохранилища	17
3 – Роза ветров г. Ковдор	19
4 – Пример графика хода осадок по натурным и прогнозируемым данным	29
5 – График зависимости пьезометрического уровня от уровня верхнего бьефа.....	32

2022	Раздел 12. Иная документация в случаях, предусмотренных федеральными законами. Подраздел 4. Критерии безопасности ГТС. Том 12.4.	4
------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---

Обозначения и сокращения

В документации приняты следующие обозначения и сокращения:

Обозначение, сокращение	Расшифровка
АО	Акционерное общество
БС	Балтийская система высот
ВБ	Верхний бьеф
ГОК	Горно-обогатительный комбинат
ГТС	Гидротехническое сооружение
ДНС	Дренажная насосная станция
ЗВ	Загрязняющее вещество
КБ	Критерии безопасности
НБ	Нижний бьеф
НТД	Нормативно-техническая документация
НОВ	Насосная станция оборотного водоснабжения
ПД	Проектная документация
ПДК	Предельная допустимая концентрация

2022	Раздел 12. Иная документация в случаях, предусмотренных федеральными законами. Подраздел 4. Критерии безопасности ГТС. Том 12.4.	5
------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---

1 Наименование владельца ГТС, его реквизиты, дата составления

Полное наименование владельца ГТС/ организации эксплуатирующей ГТС: Акционерное общество «Ковдорский горно-обогатительный комбинат».

Сокращенное наименование владельца ГТС/ организации эксплуатирующей ГТС: АО «Ковдорский ГОК».

ИНН 5104002234.

ОГРН 1025100575103.

Адрес: 184141, Мурманская область, р-н Ковдорский, г. Ковдор, ул. Сукачева, д. 5.

Тел.: 8 (81535) 7-60-00.

Банковские реквизиты: р/с 40702810300701810006 в АО КБ «Ситибанк», к/с 30101810300000000202, БИК 044525202.

Дата составления – июнь 2022 г.

2022	Раздел 12. Иная документация в случаях, предусмотренных федеральными законами. Подраздел 4. Критерии безопасности ГТС. Том 12.4.	6
------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---

2 Основание для разработки документации

Критерии безопасности гидротехнических сооружениях АО «Ковдорский ГОК» выполняется в связи с разработкой проектной документации на реконструкцию существующих ГТС, на основании Технического задания на разработку проектной документации и в соответствии с требованиями нормативно-технической документации в области безопасности ГТС.

2022	Раздел 12. Иная документация в случаях, предусмотренных федеральными законами. Подраздел 4. Критерии безопасности ГТС. Том 12.4.	7
------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---

3 Наименование и реквизиты организаций, привлеченных владельцем ГТС к разработке документации

Настоящая проектная документация «Хвостовое хозяйство Ковдорского ГОКа. Реконструкция» разработана обществом с ограниченной ответственностью «ЕвроХим-Проект».

Сокращенное наименование – ООО «ЕвроХим-Проект».

ИНН 7801521914.

ОГРН 1107847187381.

Адрес: 199106, г. Санкт-Петербург, лн. 26-я В.о., д.15, к.2.

Тел.:8 (812) 680-22-44.

Банковские реквизиты: р/с 40702810800390331001 в филиале АО КБ «Ситибанк» в г. Санкт-Петербурге, к/с 30101810100000000765, БИК 044030765.

2022	Раздел 12. Иная документация в случаях, предусмотренных федеральными законами. Подраздел 4. Критерии безопасности ГТС. Том 12.4.	8
------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---

4 Основные понятия безопасности ГТС

Федеральным законом № 117-ФЗ «О безопасности гидротехнических сооружений» определены следующие понятия:

Чрезвычайная ситуация – обстановка на определенной территории, сложившаяся в результате аварии гидротехнического сооружения, которая может повлечь или повлекла за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или ущерб окружающей среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей.

Безопасность гидротехнических сооружений – свойство гидротехнических сооружений, позволяющее обеспечивать защиту жизни, здоровья и законных интересов людей, окружающей среды, объектов культурного наследия (памятников истории и культуры) народов Российской Федерации и хозяйственных объектов.

Критерии безопасности гидротехнического сооружения – предельные значения количественных и качественных показателей состояния гидротехнического сооружения и условий его эксплуатации, соответствующие допустимому уровню риска аварии гидротехнического сооружения и утвержденные в установленном порядке федеральными органами исполнительной власти, уполномоченными на осуществление федерального государственного надзора в области безопасности гидротехнических сооружений, в составе декларации безопасности гидротехнического сооружения.

Действующей нормативно-технической документацией в области безопасности ГТС используются также следующие понятия:

Авария гидротехнического сооружения – опасное техногенное происшествие, создающее угрозу жизни и здоровью людей, приводящее к разрушению зданий, сооружений, оборудования и коммуникаций, нарушению производственных и транспортных процессов, нанесению ущерба окружающей природной среде.

Уровень риска аварии ГТС – характеристика безопасности ГТС, которая может быть представлена в вероятной форме, либо в форме детерминистического показателя (уровня безопасности ГТС), характеризующего степень отклонения состояния ГТС и условий его эксплуатации от требований нормативных документов.

Контролируемые показатели – измеренные на данном сооружении с помощью технических средств или вычисленные на основе измерений количественные характеристики, а также качественные характеристики состояния ГТС.

Уровень безопасности ГТС – качественная характеристика состояния ГТС и условий его эксплуатации.

Диагностируемые показатели – наиболее значимые для диагностики и оценки состояния ГТС контролируемые показатели, позволяющие дать оценку безопасности и состояния систем ГТС в целом или отдельных элементов.

2022	Раздел 12. Иная документация в случаях, предусмотренных федеральными законами. Подраздел 4. Критерии безопасности ГТС. Том 12.4.	9
------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---

Критерии безопасности ГТС:

К1 – значения контролируемых показателей состояния ГТС, определяемые при основном сочетании нагрузок, при достижении которых устойчивость, механическая и фильтрационная прочность ГТС и его основания, а также пропускная способность водосбросных и водопропускных сооружений соответствует условиям их нормальной эксплуатации.

К2 – значения контролируемых показателей состояния ГТС, устанавливаемые при особом сочетании нагрузок, при превышении (уменьшении) которых эксплуатация ГТС в проектном режиме не допустима, состояние сооружения может перейти в предаварийное

Уровни безопасности ГТС:

Нормальный – сооружение удовлетворяет всем проектным требованиям по назначению и конструктивной надежности, а также современным нормативным требованиям; эксплуатация осуществляется в соответствии с действующими законодательными актами, нормами и правилами. Дальнейшая эксплуатация сооружений и оборудования возможна без проведения каких-либо технических или организационных мероприятий по повышению безопасности при обеспечении мониторинга безопасности и своевременном выполнении плановых ремонтно-профилактических работ.

Пониженный – Имеются те или иные отклонения от правил безопасной эксплуатации, не устраненные своевременно в ходе плановых мероприятий по обеспечению нормального уровня безопасности, которые, однако, не препятствуют возможности выполнения сооружением заданных эксплуатационных функций. Дальнейшая безопасная эксплуатация сооружения в проектном режиме возможна при обязательном выполнении в согласованные (установленные) органами государственного надзора сроки мероприятий по повышению уровня безопасности, конкретный перечень которых вытекает из анализа факторов, обуславливающих максимальные значения показателей опасности и уязвимости.

Неудовлетворительный – Имеются отклонения от проектного состояния и нарушения правил безопасной эксплуатации, которые могут привести к возникновению аварийной ситуации. Дальнейшая эксплуатация сооружения в проектном режиме недопустима без проведения в установленные органами государственного надзора сроки тех или иных технических (вплоть до капитального ремонта, замены оборудования и др.) и организационных мероприятий по снижению риска аварий и восстановлению нормального уровня безопасности на основе анализа факторов, обуславливающих максимальные значения показателей опасности и уязвимости.

Аварийный – уровень безопасности ГТС оценивается как критический или опасный. В этом случае дальнейшая эксплуатация сооружения в проектном режиме по

2022	Раздел 12. Иная документация в случаях, предусмотренных федеральными законами. Подраздел 4. Критерии безопасности ГТС. Том 12.4.	10
------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

условиям риска аварии недопустима и должна осуществляться в соответствии с требованиями Постановления Правительства РФ от 05.10.2020 г. № 1606.

Эксплуатационные состояния сооружений

Надежное (работоспособное) эксплуатационное состояние ГТС – состояние, при котором сооружение соответствует всем требованиям нормативных документов и проекта при действии нагрузок основного сочетания, значения контролируемых показателей состояния сооружений не превышают (не менее) соответствующих критериев безопасности 1-го уровня, сооружение можно эксплуатировать без разработки каких-либо мероприятий, повышающих безопасность его эксплуатации.

Удовлетворительное (частично неработоспособное) эксплуатационное состояние ГТС – состояние, при котором значение хотя бы одного контролируемого показателя стало больше (меньше) соответствующих критериев безопасности 1-го уровня, но значения контролируемых показателей состояния сооружений не превышают (не менее) соответствующих критериев безопасности 2-го уровня и сооружение находится под действием нагрузок и воздействий, не превышающих предусмотренные проектом значения нагрузок особого сочетания.

При этом ГТС можно эксплуатировать при условии разработки и выполнения в определенные сроки необходимых мероприятий. Эти мероприятия разрабатываются на основе анализа конкретных показателей по факторам, которые могут создать аварийную ситуацию, и содержат необходимые меры по нейтрализации действия таких факторов.

Предаварийное (предельное) эксплуатационное состояние ГТС – состояние, при котором сооружение имеет повреждения или дефекты, при которых оно не может эксплуатироваться при воздействии основного сочетания нагрузок ввиду угрозы аварии, и (или) сооружение находится под воздействием особого сочетания нагрузок, превышающих допускаемые проектом значения с угрозой аварии, и (или) появляются признаки прогрессирующего развития деструктивных процессов, необратимо ведущих к аварии.

При таком состоянии ГТС его нельзя эксплуатировать в проектном режиме.

Критерии безопасности ГТС используются при принятии решений по обеспечению безопасности сооружений, а также для оценки состояния ГТС.

Эта оценка осуществляется путем сравнения измеренных (или вычисленных) на основе измерений) количественных и качественных диагностических показателей с их критериальными значениями K1 и K2.

2022	Раздел 12. Иная документация в случаях, предусмотренных федеральными законами. Подраздел 4. Критерии безопасности ГТС. Том 12.4.	11
------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

5 Определение и порядок разработки критериев безопасности

При определении критериев безопасности обоснование прочности и устойчивости ГТС и их оснований должно быть выполнено из условия недопущения наступления предельных состояний на основании соответствующих строительных норм и правил.

На стадии проекта состав контролируемых показателей состояния ГТС и критерии безопасности разрабатываются на основе результатов расчетов и, при необходимости, с учетом прочности и устойчивости ГТС при основном и особом сочетании нагрузок в соответствии с требованиями соответствующих строительных норм и правил, а также на основе анализа прочностных, деформационных и фильтрационных характеристик материалов, опыта эксплуатации аналогичных сооружений, результатов расчета зон затопления при аварии ГТС, расчета максимальных параметров потока по трассе растекания, определения показателей последствий аварии и т.п.

Состав нагрузок в сочетаниях и способ их определения должны быть установлены для конкретных сооружений на основании действующих строительных норм и правил и уточнены на стадии эксплуатации с учетом изменения требований нормативных документов.

При сдаче ГТС в эксплуатацию критерии безопасности уточняются и дополняются на основе конструктивных и других изменений проекта, внесенных в ходе строительства, результатов натурных исследований, контрольных расчетов, выполненных с учетом технологических напряжений строительного периода и уточненных физико-механических характеристик материалов сооружения и основания, а также с учетом сценариев возможных аварий.

Критерии безопасности ГТС после 3-5 лет нормальной эксплуатации сооружения рекомендуется корректировать и устанавливать по одному из двух параметров: абсолютные значения показателей или допустимая интенсивность их изменения во времени.

Измерительная система, а также контролируемые показатели состояния ГТС должны отвечать следующим условиям:

Измерение значений количественных показателей эксплуатационного состояния ГТС должно осуществляться приборами, имеющими минимальную погрешность.

Контролируемый показатель должен определяться с помощью статистической или расчетной прогнозных моделей.

Контроль и наблюдения за показателями состояния ГТС и условий его эксплуатации проводятся службами эксплуатации собственника ГТС, экспертной организацией в соответствии с заданными в проектной и эксплуатационной документации, а

2022	Раздел 12. Иная документация в случаях, предусмотренных федеральными законами. Подраздел 4. Критерии безопасности ГТС. Том 12.4.	12
------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

также в проекте мониторинга безопасности ГТС программой и периодичностью по всем объектам мониторинга, обоснованным в данных документах.

При разработке критериев безопасности контролируемых показателей состояния ГТС на стадии разработки проекта и при его эксплуатации необходимо учитывать следующие отличия:

На стадии разработки проекта и начальной эксплуатации ГТС устанавливается перечень критериев безопасности (для двух уровней) контролируемых показателей – эта работа, как правило, выполняется проектной организацией на основе обобщения опыта эксплуатации аналогичных сооружений и путем анализа прогноза изменения состояния сооружения под действием деструктивных процессов, природных, технологических нагрузок и воздействий.

Через каждые 5 лет на основе обобщения натуральных наблюдений с учетом особенностей эксплуатации ГТС следует корректировать перечень качественных контролируемых показателей состояния ГТС экспертным методом и разрабатывать их критерии безопасности.

Безопасность ГТС считается полностью обеспеченной, если эксплуатационное состояние ГТС оценивается как надежное (работоспособное), значения всех контролируемых показателей не превышают (не менее) соответствующих критериев безопасности 1-го уровня.

В случае наступления эксплуатационного состояния ГТС, диагностируемого как удовлетворительное (частично неработоспособное), при превышении (уменьшении) значений одного или нескольких показателей критериев безопасности 1-го уровня следует проверить достоверность результатов измерений и вычислений, а также обоснованность принятых критериев безопасности.

При наступлении удовлетворительного (частично неработоспособного) состояния собственник или эксплуатирующая организация обязаны предупредить об этом территориальные органы Ростехнадзора и принять оперативные меры по приведению ГТС в надежное состояние.

Превышение значений одного или нескольких значений контролируемых показателей соответствующих критериев безопасности 2-го уровня следует считать признаком перехода сооружения в предаварийное (предельное) состояние, при котором дальнейшая эксплуатация ГТС в проектом режиме является нарушением Федерального закона «О безопасности гидротехнических сооружений» с вытекающей отсюда ответственностью.

Все мероприятия по восстановлению надежного состояния и ограничению режима эксплуатации сооружений должны осуществляться под непосредственным контролем территориальных органов Ростехнадзора с привлечением экспертных организаций.

2022	Раздел 12. Иная документация в случаях, предусмотренных федеральными законами. Подраздел 4. Критерии безопасности ГТС. Том 12.4.	13
------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

6 Общая информация, включающая данные о ГТС и природных условиях района их расположения

6.1 Общая информация о ГТС

Хвостохранилище АО «Ковдорский ГОК» предназначено для складирования отходов обогащения мокрой магнитной сепарации (ММС) железной руды и отходов комплексной переработки бадделеит-апатит-магнетитовой руды (БАМР).

Хвостохранилище балочного типа, намывное, расположено в долине реки Можель, образовано дамбой, перекрывающей русло реки. Состоит из двух примыкающих друг к другу отсеков, разделенных дамбой № 1, условно названных 1 и 2 поле.

Отходы обогащения обогатительного комплекса (хвосты), сбрасываемые в виде пульпы в 1 поле хвостохранилища, сформировали массив отложений хвостов ММС 1 поля. После заполнения 1 поля до проектных отметок оно было законсервировано, а с 1999 г. и по настоящее время ведётся открытая разработка намывного массива хвостов 1 поля с применением системы осушения.

2 поле хвостохранилища построено по проекту, разработанному институтом «Механобр» в 1975 г., введено в эксплуатацию в 1980 г. Во 2 поле хвостохранилища складировались отходы обогащения ММС железной руды и отходы переработки апатит-штаффелитовой руды (АШР) – хвосты апатито-бадделеитовой обогатительной фабрики (АБОФ).

2 поле хвостохранилища располагается ниже 1 поля по рельефу и ограждено дамбой № 4 с северной и северо-восточной сторон. С западной стороны первое поле от второго отделяется дамбой № 1, которая возведена до отметки 290,00 м намывным способом из хвостов при заполнении 1 поля. За счет отсыпки дамбы 1-ой карты указанная дамба будет наращиваться до переменных отметок 312-318 м. В настоящее время ее откос сформирован как борт карьера в процессе выемки хвостов из 1 поля.

В восточной стороне 2 поля хвостохранилища находится прудок-отстойник, предназначенный для приема паводкового стока, аккумуляции и осветления оборотной воды. Объем воды в прудке (по данным годового отчета за 2021 г.) – 10,35 млн. м³, площадь прудка – 2,6 млн. м², средняя глубина воды 3,57 м. Забор воды из прудка-отстойника производится через водоприемный колодец максимальной пропускной способностью 7,2 м³/с.

В нижнем бьефе дамбы № 4 с северо-восточной стороны расположен вторичный отстойник, предназначенный для сбора избытка воды, сбрасываемой из хвостохранилища, и дренажных вод, их доосветления перед сбросом в р. Н. Ковдора. Вместимость вторичного отстойника – 900 тыс. м³, площадь – 325 тыс. м² при отметке зеркала воды 225,00 м, средняя глубина воды – 2,6 м.

2022	Раздел 12. Иная документация в случаях, предусмотренных федеральными законами. Подраздел 4. Критерии безопасности ГТС. Том 12.4.	14
------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

Сброс воды из хвостохранилища во вторичный отстойник (введен в эксплуатацию одновременно с хвостохранилищем в 1980 г.) и насосную станцию оборотного водоснабжения № 2 (НОВ-2) регулируется камерой переключения.

В состав реконструкции объектов хвостового хозяйства АО «Ковдорский ГОК» входят следующие проектируемые и реконструируемые объекты:

- 2 поле хвостохранилища, включающее ограждающую дамбу с максимальной отметкой гребня при завершении эксплуатации в 2045 г. – 318,00 м (наращивание существующих ограждающих дамб № 1, № 4, дамб ЭК № 1 и карты № 2);
- Пульпонасосная станция № 2 (ПНС-2) для обеспечения складирования хвостов на заданные отметки (проектируемое сооружение);
- Магистральные и распределительные пульповоды от ПНС-2 до 2 поля хвостохранилища (проектируемое сооружение);
- Пульпопровод от АБОФ до ПНС-2 (проектируемый участок существующего сооружения);
- Аварийная емкость № 1 и № 2 (проектируемые сооружения);
- Система оборотного водоснабжения:
 - а) Шандорный колодец для забора осветленной воды (проектируемое сооружение);
 - б) Водоподводящие железобетонные коллекторы, диаметром 1420 мм каждый, для подачи воды на НОВ-3 (проектируемое сооружение);
 - в) Насосная станция оборотного водоснабжения НОВ-3 для подачи осветленной воды из отстойного пруда хвостохранилища в существующую систему оборотного водоснабжения (проектируемое сооружение);
 - г) Водоводы оборотного водоснабжения от НОВ-3 до существующей трассы диаметром 1220 мм (проектируемое сооружение);
 - д) Узлы переключения водоводов от НОВ-3 и от ДНС, обеспечивающие подключение новых водоводов оборотного водоснабжения (проектируемые сооружения);
- Водосбросная труба от НОВ-3 во вторичный отстойник для сброса излишков воды из отстойного пруда 2 поля хвостохранилища (проектируемое сооружение);
- Дренажная насосная станция (реконструкция);
- Маркизова лужа (реконструкция);
- Вторичный отстойник, включающий устройство перелива между секциями за счет водосбросов № 1, № 2 (проектируемые сооружения);
- Узлы учета № 1...4 с коллекторами (проектируемые сооружения).

2022	Раздел 12. Иная документация в случаях, предусмотренных федеральными законами. Подраздел 4. Критерии безопасности ГТС. Том 12.4.	15
------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

Более подробно объекты проектирования и реконструкции описаны в разделе ПД 5102-19025-П-01-ИОС.ТХ1. Том 5.7.1, 5102-19025-П-01-ИОС.ТХ2. Том 5.7.2.

6.2 Природно-климатические условия

АО «Ковдорский ГОК» территориально расположен в юго-западной части Кольского полуострова (рисунок 1).



Рисунок 1 – Обзорная карта-схема расположение Ковдорского ГОКа

Гидротехнические сооружения (ГТС) 2 поля хвостохранилища расположены в Ковдорском районе Мурманской области примерно в 3,5 км к юго-востоку от г. Ковдор в пределах земельного отвода, выделенного АО «Ковдорский ГОК» под хвостохранилище.

Действующее 2 поле хвостохранилища расположено в пойме реки Можель и простирается в восточном направлении от промплощадки комбината (рисунок 2).

2022	Раздел 12. Иная документация в случаях, предусмотренных федеральными законами. Подраздел 4. Критерии безопасности ГТС. Том 12.4.	16
------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----



Рисунок 2 – 2 поле хвостохранилища

Рельеф центральной части площадки (территория непосредственно под хвостохранилищем) представляет собой техногенный рельеф. Характеризуется складированными грунтами намывных хвостов (tIV), перемещенными грунтами водно-ледниковых (fIII), моренных (gIII) и элювиальных (eIII) отложений, которые образуют существующую дамбу хвостохранилища 2 поля.

В южной и восточной частях участок представляет собой возвышенную равнину, сложенную водно-ледниковыми (fIII), моренными (gIII) и элювиальными (eIII) отложениями. Рельеф низкорослый, холмисто-рябовый. Абсолютные отметки поверхности изменяются в пределах от 284,00 до 385,00 м.

Естественный поверхностный сток не обеспечен. Территория имеет заболоченные участки.

В соответствии с СП 131.13330.2020 «Строительная климатология», рассматриваемая территория относится к климатическому подрайону России – IIA.

Средняя годовая температура воздуха – минус 0,5 °С. Средние месячные температуры имеют хорошо выраженный годовой ход с максимумом в июле (плюс 13,7 °С) и минимумом в январе (минус 12,8 °С). Абсолютный максимум температуры воздуха – плюс 31,9 °С, минимум – минус 43,8 °С.

Среднемесячные и среднегодовые значения температуры воздуха по ближайшей гидрометеостанции (ГМС) «Ковдор» приведены в таблице 1.

2022	Раздел 12. Иная документация в случаях, предусмотренных федеральными законами. Подраздел 4. Критерии безопасности ГТС. Том 12.4.	17
------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

Таблица 1 – Средние значения температуры воздуха (°С)

Метеостанция	Месяцы												Год
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Ковдор	-12,8	-12,5	-7,7	02,0	4,5	10,7	13,7	11,1	5,9	-0,4	-6,3	-10,4	-0,5

На гидрометеостанции (ГМС) «Ковдор» зафиксирован максимальный порыв ветра 29 м/с. Средняя годовая скорость ветра составляет 2,1 м/с. В целом за год наибольшую повторяемость имеют также ветры западных румбов. Направление и скорость ветра приведены в таблицах 2, 3 и 4. Роза ветров представлена на рисунке 3.

Таблица 2 – Средняя месячная и годовая скорость ветра (м/с)

Станция	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Ковдор	2,0	2,1	2,3	2,4	2,4	2,1	1,9	1,7	2,0	2,3	2,3	2	2,1

Таблица 3 – Повторяемость направления ветра и штилей на ГМС Ковдор

С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	Штиль
10	4	11	15	11	15	18	16	25

Таблица 4 – Максимальная скорость ветра, 10-мин осреднение (м/с)

Станция	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Ковдор	11	12	11	9	8	8	8	7	10	10	9	12	12

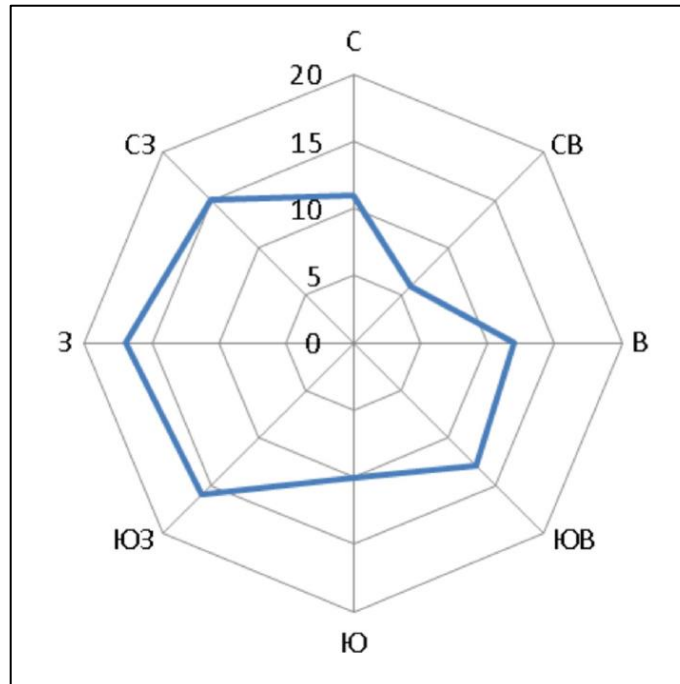


Рисунок 3 – Роза ветров г. Ковдор

В соответствии с СП 20.13330.2016 «Нагрузки и воздействия» район относится ко II ветровому району.

Вся территория относится к зоне избыточного увлажнения, что способствует образованию на плоских водоразделах верховых болот.

Средняя относительная влажность воздуха имеет максимум в ноябре – 87 %, минимум – 66 % в июне, средняя годовая относительная влажность воздуха – 79 %.

По количеству осадков район относится к зоне умеренного увлажнения. Среднее годовое количество осадков составляет 591 мм. Абсолютный суточный максимум – 56,5 мм. Вместе с тем в структуре осадков преобладают малые суточные суммы, особенно зимой, когда на суммы менее 1 мм приходится около 2/3 дней с осадками.

Продолжительная и холодная зима благоприятствует накоплению снега. Время выпадения первого снега близко к дате перехода средней суточной температуры воздуха через 0 °С. Первое появление снежного покрова наступает в среднем 7 октября, период образования устойчивого снежного покрова – конец октября, начало ноября. Разрушение устойчивого снежного покрова происходит в среднем к 9 мая. В среднем в Ковдоре 210 дней со снежным покровом. В первые месяцы зимы создаются основные запасы снега. Максимальной высоты снежный покров достигает обычно к концу зимы марта. Таяние снега происходит значительно быстрее, чем его накопление.

Нормативная глубина сезонного промерзания для суглинков 1,65 м, для супесей, песков мелких и пылеватых 2,01 м, для песков гравелистых и средней крупности 2,16 м, для крупнообломочных грунтов, насыпных грунтов смешанного состава 2,44 м.

2022	Раздел 12. Иная документация в случаях, предусмотренных федеральными законами. Подраздел 4. Критерии безопасности ГТС. Том 12.4.	19
------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

Гидрогеологические и гидрологические условия

Гидрогеологические условия района хвостохранилища обусловлены приуроченностью его к водосборной площади реки Можель, наличием гидрографической сети, тесно связанной с подземными водами, и антропологическим воздействием, связанным с деятельностью АО «Ковдорский ГОК».

По условиям питания площадь хвостохранилища относится к области интенсивного питания за счет атмосферных осадков, выпадающих в пределах водосборной площади реки Можель, поверхностных вод р. Можель и ее притоков и техногенных вод, сбрасываемых вместе с отходами обогатительных фабрик во 2 поле хвостохранилища. Небольшое испарение, по сравнению с объемом поступающего питания, способствуют формированию запасов подземных вод.

Движение и разгрузка подземных вод, в целом, определяется общим строением гидрографической сети района и происходит от водораздела в сторону долины р. Ковдоры, т.е. с юго-запада на северо-восток.

По генезису и фильтрационным свойствам здесь широко развиты поровые грунтовые воды, трещинные воды зоны выветривания кристаллических пород и трещинно-жильные воды тектонических зон. В соответствии с геологическим строением выделяются два водоносных комплекса, отличающихся по водопроницаемости слагающих их пород: водоносный комплекс четвертичных отложений и палеоген-неогеновой коры выветривания, и водоносный комплекс архей-палеозойских кристаллических пород. Эти водоносные комплексы гидравлически связаны между собой и представляют единую водоносную систему с общим уровнем, схожим химическим составом, одинаковыми условиями питания и разгрузки подземных вод.

Благоприятные климатические условия способствуют формированию относительно больших запасов воды в снеге. Снеготаяние, сопровождаемое выпадением дождей, формирует весеннее половодье, которое, как правило составляет от 40 до 50 % годового стока рек. Даты начала весеннего половодья сильно варьируются от года к году от середины апреля до середины мая, но в среднем половодье начинается от 1 до 5 мая и продолжается от 40 до 50 дней и более. Форма гидрографа половодья обычно одновыпуклая. Средние по району даты прохождения максимальных уровней за половодье приходятся на середину мая.

Летне-осенняя межень обычно наступает в середине июля – начале августа и заканчивается в сентябре – начале октября. Наиболее маловодный период летне-осенней межени, как правило, наблюдается в сентябре, а период повышенной водности – в августе. Продолжительность межени без учета периодов дождевых паводков составляет от 30 до 70 дней. Дождевые паводки имеют продолжительность в среднем до 10-20 дней, иногда больше. Доля летне-осеннего стока составляет около 30 % годового. Продолжительность зимней межени составляет около 160-190 дней.

2022	Раздел 12. Иная документация в случаях, предусмотренных федеральными законами. Подраздел 4. Критерии безопасности ГТС. Том 12.4.	20
------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

Вскрытие водотоков происходит обычно в мае, замерзание в конце октября или в течение ноября. Сплошного ледостава на ручьях может не наблюдаться. На плесовых участках ледостав держится почти в течение всей зимы, на перекатах только в большие морозы. Часто встречаются проталины, ледяные плотины.

Замерзание ручьев чаще всего начинается с образования заберегов и донного льда – шуги. Устойчивый ледовый покров образуется на всем протяжении, за исключением порожистых участков, где ручьи могут не замерзнуть даже в самые сильные морозы. Весеннего ледохода не наблюдается. Ледяной покров с потеплением размывается водой.

В 1 и 2 поле хвостохранилища впадают: р. Можель, руч. Песчаный, руч. Безымянный, руч. Черный с правым притоком руч. Каменный. Эти водотоки относятся к малым водотокам с площадями водосборов от 2,4 до 5,4 км². Типично временным водотоком является ручей Каменный. В зимнюю межень, в годы малой водности, также пропадает поверхностный сток на ручьях Песчаный и Черный. Озерность на водосборах отсутствует. Заболоченность водосборов невысокая, не более 5 %, что характеризует большие уклоны склонов водосборов.

Долины ручьев различных типов, имеют волнистый скат. Выходов коренных пород не обнаружено. На водосборах распространены валунно-гравийно-галечные материалы с песчаным заполнителем с прослоями супеси и суглинка.

Река Можель является самым крупным правобережным притоком р. Нижняя Ковдора, в долине которого от 1,6 до 8 км от устья (расстояние по старому руслу) расположено хвостохранилище (зарегулирован системой отстойников АО «Ковдорский ГОК»). Водосборная площадь р. Можель граничит на севере с площадью водосбора р. Н. Ковдора, на юге – с площадью водосбора р. Лейпи.

В настоящее время р. Можель протекает по своему естественному руслу на протяжении 3,7 км от истока вниз до границ 1 поля хвостохранилища.

Три правых притока р. Можель сохранили свой естественный режим. В настоящее время ручьи с южной стороны впадают во 2 поле хвостохранилища.

Русла всех водотоков, впадающих в 1 и 2 поле хвостохранилища, (река Можель, ручьи: Черный, Каменный, Песчаный, Безымянный) извилистые, ширина русла ручьев – от 1,0 до 3,0 м, берега высокие пологие, дно сложено валунами, отмытым гравием и галькой в равном соотношении.

Расчетные значения среднегодовых расходов водотоков приведены в таблице 5, расчетные значения максимальных расходов водотоков – в таблице 6.

2022	Раздел 12. Иная документация в случаях, предусмотренных федеральными законами. Подраздел 4. Критерии безопасности ГТС. Том 12.4.	21
------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

Таблица 5 – Расчетные среднегодовые расходы

	Среднегодовые расходы обеспеченностью Р %, м ³ /с					
	0,01	0,1	0,5	1	3	50
р. Можель	0,30	0,23	0,19	0,17	0,15	0,075
руч. Песчаный	0,24	0,18	0,15	0,13	0,12	0,059
руч. Безымянный	0,13	0,12	0,09	0,07	0,06	0,034
руч. Черный, руч. Каменный	0,13	0,11	0,08	0,07	0,06	0,033

Таблица 6 – Расчетные максимальные расходы

	Максимальные расходы обеспеченностью Р %, м ³ /с					
	0,01	0,1	0,5	1	3	50
р. Можель	4,80	4,06	3,68	3,20	2,78	2,46
руч. Песчаный	3,98	3,37	3,05	2,65	2,31	2,04
руч. Безымянный	2,68	2,27	2,06	1,79	1,55	1,38
руч. Черный, руч. Каменный	2,89	2,45	2,22	1,93	1,68	1,48

Инженерно-геологические условия

Стратиграфический разрез представлен в следующем виде (сверху вниз):

Современные отложения QIV:

- техногенные – tIV;
- биогенные – bIV;
- озерные – IIV.

Верхнеплейстоценовые QIII:

- водно-ледниковые – fill;
- ледниковые (моренные) отложения – gIII;
- элювиальные – eIII.

Архейские скальные образования AR.

Инженерно-геологические условия района расположения объектов хвостового хозяйства определены в отчетах ООО «СевИнжГео» 5102-19030-ИИ-01-ИГИ.

2022	Раздел 12. Иная документация в случаях, предусмотренных федеральными законами. Подраздел 4. Критерии безопасности ГТС. Том 12.4.	22
-------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------

Сейсмические условия

Сейсмичность района расположения сооружений хвостового хозяйства в соответствии с СП 14.13330.2018 «Строительство в сейсмических районах. Актуализированная редакция СНиП II-7-81*» (карта ОСР-2015-С): 7 баллов шкалы MSK – 64.

По данным Технического отчета по результатам сейсмического микрорайонирования 5102-19030-ИИ-01-ГФ значение уточненной исходной сейсмичности для карты ОСР-2015-А составило $I_1 = 5,27$ балла, для карты ОСР-2015-В – $I_2 = 5,68$ балла, и для карты ОСР-2015-С – $I_3 = 6,65$ балла по шкале MSK-64.

На основе значений уточненной исходной сейсмичности были получены значения расчетной сейсмичности. Для периода $T = 1000$ лет средняя расчетная сейсмичность составила 5,35 балла, для $T = 5000$ – 6,36 балла. Для проектирования гидротехнических сооружений была определена расчетная сейсмичность для событий уровня ПЗ и МРЗ. Средние значения данных величин составляют $IP_3 = 4,98$ балла и $IMR_3 = 6,36$ балла. Значения расчетной сейсмичности для сооружений хвостового хозяйства приведены в таблицах 5 и 6 Технического отчета по результатам сейсмического микрорайонирования 5102-19030-ИИ-01-ГФ.

Грунты, слагающие площадку, относятся ко II и III категории по сейсмическим свойствам.

2022	Раздел 12. Иная документация в случаях, предусмотренных федеральными законами. Подраздел 4. Критерии безопасности ГТС. Том 12.4.	23
------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

7 Назначение критериальных значений количественных показателей состояния ГТС

7.1 Критерии отметок гребня ограждающей дамбы

В соответствии с проектными решениями производится наращивание ограждающей дамбы до следующих отметок:

– 1-ый ярус – отметка гребня ограждающей дамбы $Z_{гр1} = 294,00$ м БС, уровень воды в прудке $Z_{ув1} = 292,00$ м БС, отметка пляжа у дамбы $Z_{пл1} = 293,50$ м БС;

– 2-ой ярус – отметка гребня ограждающей дамбы $Z_{гр2} = 298$ м БС, уровень воды в прудке $Z_{ув2} = 296,00$ м БС, отметка пляжа у дамбы $Z_{пл2} = 297,50$ м БС;

– 3-ий ярус – отметка гребня ограждающей дамбы $Z_{гр3} = 302,00$ м БС, уровень воды в прудке $Z_{ув3} = 300,00$ м БС, отметка пляжа у дамбы $Z_{пл3} = 301,50$ м БС;

– 4-ый ярус – отметка гребня ограждающей дамбы $Z_{гр4} = 306,00$ м БС, уровень воды в прудке $Z_{ув4} = 304$ м БС, отметка пляжа у дамбы $Z_{пл4} = 305,50$ м БС;

– 5-ый ярус – отметка гребня ограждающей дамбы $Z_{гр5} = 310$ м БС, уровень воды в прудке $Z_{ув5} = 308,00$ м БС, отметка пляжа у дамбы $Z_{пл5} = 309,50$ м БС;

– 6-ой ярус – отметка гребня ограждающей дамбы $Z_{гр6} = 314$ м БС, уровень воды в прудке $Z_{ув6} = 312,00$ м БС, отметка пляжа у дамбы $Z_{пл6} = 313,50$ м БС;

– 7-ой ярус – отметка гребня ограждающей дамбы $Z_{гр7} = 318$ м БС, уровень воды в прудке $Z_{ув7} = 316,00$ м БС, отметка пляжа у дамбы $Z_{пл7} = 317,50$ м БС.

Критерии безопасности для отметок гребня ограждающей дамбы назначаются из условий обеспечения превышения гребня над расчетным уровнем воды в прудке отстойнике, расположения пляжа у дамбы и обеспечения оперативного реагирования на возможные происходящие деформации тела дамбы. Таким образом принимаем следующие критерии:

$$K1 (Z_{гр}) = Z_{грN} - 0,05 \text{ м,}$$

$$K2 (Z_{гр}) = Z_{грN} - 0,50,$$

где $Z_{грN}$ – измеренная отметка гребня, м БС;

0,05 м – допуск на точность выполнения земляных работ [9.1.5];

0,50 м – максимально допустимое отклонение отметки гребня.

Критериальные значения для каждого из ярусов не противоречат требованиям [9.1.4], а именно – запас для всех классов плотин следует принимать не менее 0,5 м, и соответствует рекомендациями [9.2.9] – превышение отметки гребня над уровнем воды должны быть не менее 1,5 м для хранилищ 1 и 2 классов.

2022	Раздел 12. Иная документация в случаях, предусмотренных федеральными законами. Подраздел 4. Критерии безопасности ГТС. Том 12.4.	24
------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

Критериальные значения отметок гребня дамбы, соответствующие К1 и К2, представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Критерии допустимых отклонений отметок гребня ограждающей дамбы

Отметка гребня ограждающей дамбы, м БС	К1, м БС	К2, м БС
1-ый ярус (294,00)	293,95	293,50
2-ой ярус (298,00)	297,95	297,50
3-ий ярус (302,00)	301,95	301,50
4-ый ярус (306,00)	305,95	305,50
5-ый ярус (310,00)	309,95	309,50
6-ой ярус (314,00)	313,95	313,50
7-ой ярус (318,00)	317,95	317,50

7.2 Критерии ширины гребня (берм) ограждающей дамбы

Проектной документацией ширина гребня ограждающей дамбы на каждом ярусе соответствует $b_{гр} = 15,00$ м. При наращивании соответствующих ярусов гребень предыдущего яруса будет эксплуатироваться как берма и так до отм. наращивания равной 318,00 м БС, что соответствует 7-му ярусу.

Согласно [9.1.4] ширину гребня плотины следует устанавливать в зависимости от условий производства работ и эксплуатации (использование гребня для проезда, прохода и др. целей), но не менее 4,5 м.

Таким образом из условий обеспечения проезда крупногабаритного транспорта в т.ч. при ликвидации возможной ЧС, а также обеспечения безаварийного функционирования расположенных на гребне пульповодов (опоры расположены на расстоянии менее 1,0 м от начала верхового откоса) и оперативного реагирования на возможные происходящие деформации принимаем следующие критериальные значения для ширины гребня (берм) ограждающей дамбы:

$$K1 (b_{гр}) = 14,75 \text{ м,}$$

$$K2 (b_{гр}) = 14,50 \text{ м.}$$

2022	Раздел 12. Иная документация в случаях, предусмотренных федеральными законами. Подраздел 4. Критерии безопасности ГТС. Том 12.4.	25
-------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------

7.3 Критерии значений заложения откосов ограждающей дамбы

Проектом предусмотрено следующее: каждый ярус ограждающей дамбы в конструктивном отношении представляет собой каменно-набросную плотину с противофильтрационным экраном на основании из хвостов пляжа. Тело дамб отсыпается из грунтов вскрышных пород карьеров с заложением верхового (m_1) и низового (m_2) откоса 1:1,5. Экран отсыпается из хвостов пляжной зоны, заложение верхового откоса 1:2,5.

Из условий обеспечения надежности сооружения, его безопасной эксплуатации и оперативного реагирования на возможные происходящие деформации принимаются следующие критериальные значения для заложения откосов ограждающих дамб:

– Верховой откос

$$2,25 < K1 (m_1) < 2,5,$$

$$K2 (m_1) \leq 0,9 \cdot m_1 \leq 0,9 \cdot 2,5 \leq 2,25.$$

– Низовой откос

$$1,35 < K1 (m_2) < 1,5,$$

$$K2 (m_2) \leq 0,9 \cdot m_2 \leq 0,9 \cdot 1,5 \leq 1,35$$

где 0,9 – понижающий коэффициент, принятый с некоторым допущением по условиям эксплуатации.

7.4 Критерии коэффициентов устойчивости откосов ограждающей дамбы

Расчеты устойчивости грунтовых плотин всех классов следует выполнять для поверхностей сдвига, отвечающих минимальным значениям коэффициента запаса.

При расчетах следует использовать методы, учитывающие напряженное состояние сооружения и его основания. Применительно к конкретным геологическим условиям и конструкции плотины могут быть использованы при соответствующем обосновании проверенные практикой упрощенные методы расчета.

Устойчивость откоса плотины должна быть проверена по возможным поверхностям сдвига с нахождением наиболее опасной призмы обрушения.

Критерием устойчивости откосов плотины является соблюдение (для наиболее опасной призмы обрушения) неравенства [9.1.4, 9.1.6]:

$$\gamma_c \cdot F \leq (\gamma_c / \gamma_n) \cdot R,$$

2022	Раздел 12. Иная документация в случаях, предусмотренных федеральными законами. Подраздел 4. Критерии безопасности ГТС. Том 12.4.	26
------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

где F – расчетное значение обобщенного силового воздействия, определяемое с учетом коэффициента надежности по нагрузке (в зависимости от метода расчета устойчивости откосов – равнодействующая сил или моментов этих сил относительно оси поверхности сдвига);

R – расчетное значение обобщенной несущей способности системы сооружение-основание, определяемое с учетом коэффициента безопасности по грунту γ_g , т.е. обобщенное расчетное значение сил предельного сопротивления сдвигу по рассматриваемой поверхности;

γ_c – коэффициент условий работы;

γ_n – коэффициент ответственности сооружения;

γ_{lc} – коэффициент сочетания нагрузок.

Числовые значения коэффициентов γ_n и γ_{lc} приведены в таблицах 8, 9.

Таблица 8 – Значения коэффициента ответственности сооружения

Класс сооружения	I	II	III	IV
Значение γ_n	1,25	1,20	1,15	1,10

Таблица 9 – Значения коэффициента сочетания нагрузок

Сочетание нагрузок	Основное	Особое			Строительного периода
		Особая нагрузка, в т.ч. сейсмическая на уровне проектного землетрясения годовой вероятностью 0,01 и менее	Особа нагрузка, кроме сейсмической годовой вероятностью 0,001 и менее	Сейсмическая нагрузка уровня максимального расчетного землетрясения	
Значение γ_{lc}	1,00	0,95	0,9	0,85	0,95

В зависимости от используемого способа расчета величина коэффициента γ_c принимается равной 0,95 – инженерные методы расчета, 1,0 – с учетом напряженно-деформированного состояния.

При поиске опасной поверхности сдвига может быть использована зависимость коэффициента устойчивости K_s :

$$K_s = R / F \geq (\gamma_n \cdot \gamma_{lc}) / \gamma_c.$$

Таким образом за критериальные значения устойчивости откосов принимаем следующие значения:

$$(1,25 \cdot 0,9) / 1,00 = 1,125 < K_1 (K_s) \leq (1,25 \cdot 1,00) / 0,95 = 1,315$$

2022	Раздел 12. Иная документация в случаях, предусмотренных федеральными законами. Подраздел 4. Критерии безопасности ГТС. Том 12.4.	27
-------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------

$$K_2 (K_s) \leq 1,125$$

В томе 5.7.1, Приложение Л (5102-19025-П-01-ИОС.ТХ1) выполнены поверочные расчеты устойчивости откосов дамбы хвостохранилища. Минимальное значение коэффициента запаса устойчивости по результатам расчетов равно $K_s = 1,61$, что не превышает принятых критериальных значений и обеспечивает надежную и безопасную эксплуатацию сооружения при принятых проектных параметрах.

7.5 Критерии осадки ограждающей дамбы

При назначении критериев осадки грунтовых сооружений (плотины, дамбы) используется основная закономерность геомеханики по уплотнению грунтов под действием нагрузки [9.2.12].

При нормальной работе грунтовой плотины ход ее осадки должен носить плавный затухающий характер. При этом интенсивность приращения осадки с каждым годом или циклом измерений (выполняемым в определенное время года и при одинаковых условиях) должна уменьшаться, стремясь к нулю. Фактическая (измеренная) осадка в любой момент времени t не должна превышать расчетных значений для основного и особого сочетания нагрузок (если расчетная модель близка к реальной) и выходить за пределы доверительного интервала:

$$S_{\text{расч}}(t) - \Delta S \leq S_{\text{нат}}(t) \leq S_{\text{расч}}(t) + \Delta S,$$

где $S_{\text{нат}}(t)$ и $S_{\text{расч}}(t)$ – значения измеренной и расчетной осадок плотины за равный промежуток времени t ,

ΔS – погрешность определения осадки.

Исходя из этого, за критерий K_1 осадки плотины в общем случае рекомендуется принимать ее расчетное значение на верхней границе доверительного интервала (при нисходящем графике хода осадки):

$$K_1(t) = S_{\text{расч}}(t) - \Delta S.$$

Как показывает практика, получение достоверных значений расчетных осадок плотин, учитывающих множество факторов строительного и пускового периодов и отвечающих данным натурных наблюдений, является сложной задачей. В этой связи более рациональным следует считать использование для назначения критериев осадки прогнозные модели, основанные на статистической обработке данных натурных наблюдений:

$$S_{\text{прог}}(t) - \Delta S \leq S_{\text{нат}}(t) \leq S_{\text{прог}}(t) + \Delta S,$$

где $S_{\text{прог}}(t)$ – прогнозируемая осадка на момент времени t .

Прогнозируемые значения осадок определяются аппроксимацией и экстраполяцией натурных графиков хода осадки геодезических марок, установленных на плотине. Простейшая аппроксимирующая функция имеет вид:

2022	Раздел 12. Иная документация в случаях, предусмотренных федеральными законами. Подраздел 4. Критерии безопасности ГТС. Том 12.4.	28
------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

$$S(t) = t / (at + b),$$

где t – время;

a, b – эмпирические коэффициенты, определяемые, например, в результате статистической обработки данных предыдущих натуральных измерений методом наименьших квадратов (см. пример на Рисунке 4).

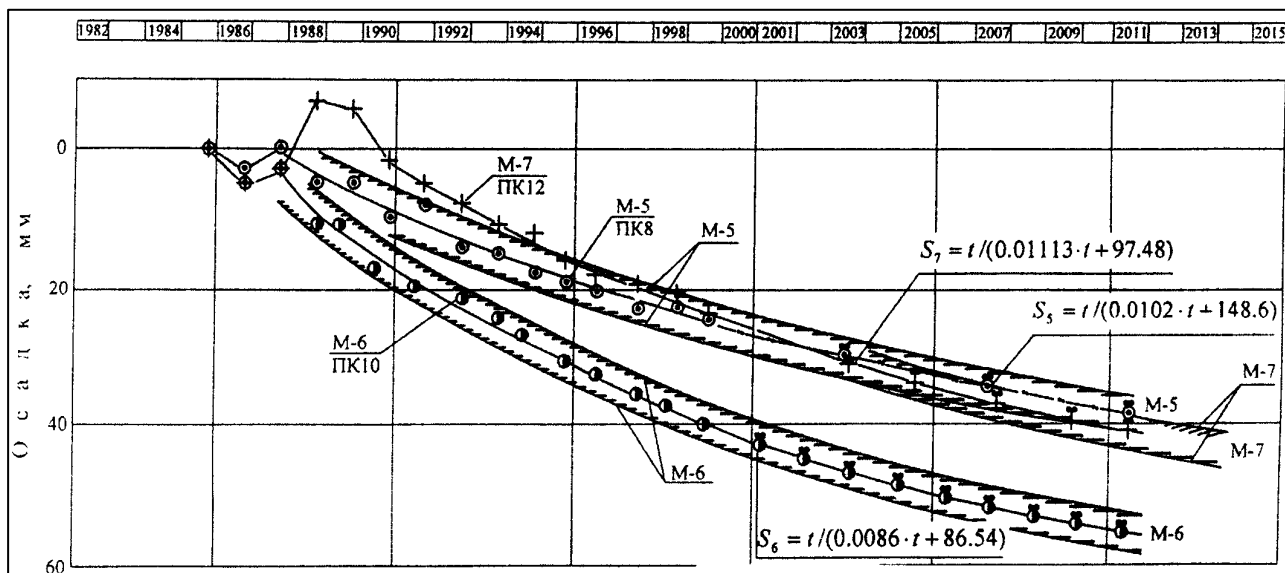


Рисунок 4 – Пример графика хода осадков по натуральным и прогнозируемым данным
В этих случаях за K_1 принимается:

$$K_1(t) = S_{\text{прог}}(t) - \Delta S.$$

По мере получения новых данных натуральных наблюдений рекомендуется выполнять корректировку прогнозных графиков хода осадков плотины и аппроксимирующих их функций.

Другим количественным критериальным признаком нормального состояния плотины по осадкам может служить неравенство вида:

$$\text{нормальное состояние } U_s(t) > U_s(t_2) > U_s(t_3) > U_s(t_4) > \dots > U_s(t_n) \rightarrow 0,$$

где $U_s(t_1), \dots, U_s(t_n)$ – натуральные значения интенсивности приращения осадков плотины в первый, второй и последующие годы наблюдений (или циклы измерений).

Критериальными признаками потенциально опасного и предаварийного состояний сооружений можно считать условия, когда имеет место, соответственно, отсутствие затухания осадков во времени и нарастание осадков во времени:

$$\text{потенциально опасное состояние } U_s(t_1) \approx U_s(t_2) = U_s(t_3) = \dots = U_s(t_n),$$

$$\text{предаварийное состояние } U_s(t_1) < U_s(t_2) < U_s(t_3) < \dots < U_s(t_n).$$

Исходя из вышесказанного принимаем следующие критериальные значения для:

– осадки ограждающей дамбы ($S_{\text{нат}}$):

$$K1(t) = S_{\text{прог}}(t) - \Delta S, \text{ мм}$$

$$K2(t) = S_{\text{прог}}(t) - 2\Delta S, \text{ мм.}$$

– интенсивности осадки:

$$K1 = U_s(t_1) \approx U_s(t_2) = U_s(t_3) = \dots = U_s(t_n), \text{ мм,}$$

$$K2 = U_s(t_1) < U_s(t_2) < U_s(t_3) < \dots < U_s(t_n), \text{ мм.}$$

7.6 Критерии горизонтальных смещений гребня ограждающей дамбы

Назначение критериев базируется на данных систематических натуральных наблюдений и на общих закономерностях изменения горизонтальных смещений гребня плотины в период эксплуатации под действием изменяющейся гидростатической нагрузки [9.2.12].

Состояние плотины считается нормальным, если выполняется неравенство вида:

$$\Delta S_{\text{нат}}^{\text{ост}}(t_1) > \Delta S_{\text{нат}}^{\text{ост}}(t_2) > \Delta S_{\text{нат}}^{\text{ост}}(t_3) > \dots > \Delta S_{\text{нат}}^{\text{ост}}(t_n) \rightarrow 0,$$

где $\Delta S_{\text{нат}}^{\text{ост}}(t_1), \Delta S_{\text{нат}}^{\text{ост}}(t_2)$ и т.д. – натурные значения приращений необратимой (остаточной) составляющей горизонтальных смещений в контролируемых точках гребня плотины в первый и последующие циклы эксплуатации под напором;

t_1, t_2, \dots, t_n – циклы измерений в первый и последующие годы ($n = 3-5$ лет).

После перехода горизонтальных смещений гребня в упругую стадию (после 3-5 лет нормальной эксплуатации) условию нормальной работы может быть придан вид:

$$\Delta S_{\text{нат}}^{\text{упр}}(t_n) \approx \Delta S_{\text{нат}}^{\text{упр}}(t_{n-1}) \approx \Delta S_{\text{нат}}^{\text{упр}}(t_{n-2}) \approx \dots \approx \text{const},$$

где $\Delta S_{\text{нат}}^{\text{упр}}(t_n), \Delta S_{\text{нат}}^{\text{упр}}(t_{n-1})$ и т.д. – натурные значения горизонтальных упругих перемещений в контролируемых точках гребня в первый и последующий годы после затухания необратимых перемещений.

При незатухающем процессе изменения приращений необратимых (остаточных) горизонтальных смещений гребня плотины ее состояние следует оценивать, как потенциально опасное, а при нарастающем во времени – как предаварийное.

Таким образом критерий $K1$, задающий границу между нормальным и потенциально опасным состоянием в i -ом году принимается в виде условия:

$$K1 = \Delta S_{\text{нат}}^{\text{ост}}(t_i) \approx \Delta S_{\text{нат}}^{\text{ост}}(t_{i-1}) \pm \delta, \text{ мм,}$$

2022	Раздел 12. Иная документация в случаях, предусмотренных федеральными законами. Подраздел 4. Критерии безопасности ГТС. Том 12.4.	30
------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

где δ – погрешность измерения смещений.

В качестве критерия K2, задающего границу между потенциально опасным и предаварийным состояниями в i -ом году, может быть рекомендовано условие вида:

$$K2 = \Delta S_{\text{нат}}^{\text{ост}}(t_i) > \Delta S_{\text{нат}}^{\text{ост}}(t_{i-1}) \pm \delta, \text{ мм.}$$

7.7 Критерии положения поверхности депрессии

Диагностические показатели K1, K2, контролирующие положение поверхности депрессии, назначаются с учетом эффективных методов регрессионного анализа данных натуральных наблюдений за фильтрационным режимом. Установление зависимостей между определяемыми параметрами с помощью аппроксимации линейными функциями сводится к получению доверительного интервала наблюдаемой величины [9.2.1].

Устойчивое отклонение наблюдаемых величин от доверительного интервала в ту или другую сторону анализируется и выявляются возможные причины отклонений. Так на приведенной на рисунке 5 в качестве примера зависимости $H_n = f(\text{УВБ})$ отклонение значения пьезометрического напора выше доверительного интервала свидетельствует о повышении водопроницаемости верхового клина плотины, а ниже – об уменьшении проницаемости (кольматаже) верхового клина или ухудшения состояния фильтра пьезометра. Проверка правильности предположения проводится по результатам наблюдений за изменениями других параметров.

Таким образом в качестве диагностических показателей K1 и K2, контролирующих положение поверхности депрессии, принимаем измеряемые уровни воды в пьезометрах ($H_{p \text{ изм}}$) с учетом расчетных доверительных интервалов (точности измерений):

$$K1 = H_{p \text{ изм}} \pm \Delta H_p, \text{ м БС,}$$

$$K2 = H_{p \text{ изм}} \pm 2 \cdot \Delta H_p, \text{ м БС.}$$

где $\pm \Delta H_p$ – значение верхней (нижней) границы уравнения регрессии.

2022	Раздел 12. Иная документация в случаях, предусмотренных федеральными законами. Подраздел 4. Критерии безопасности ГТС. Том 12.4.	31
------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

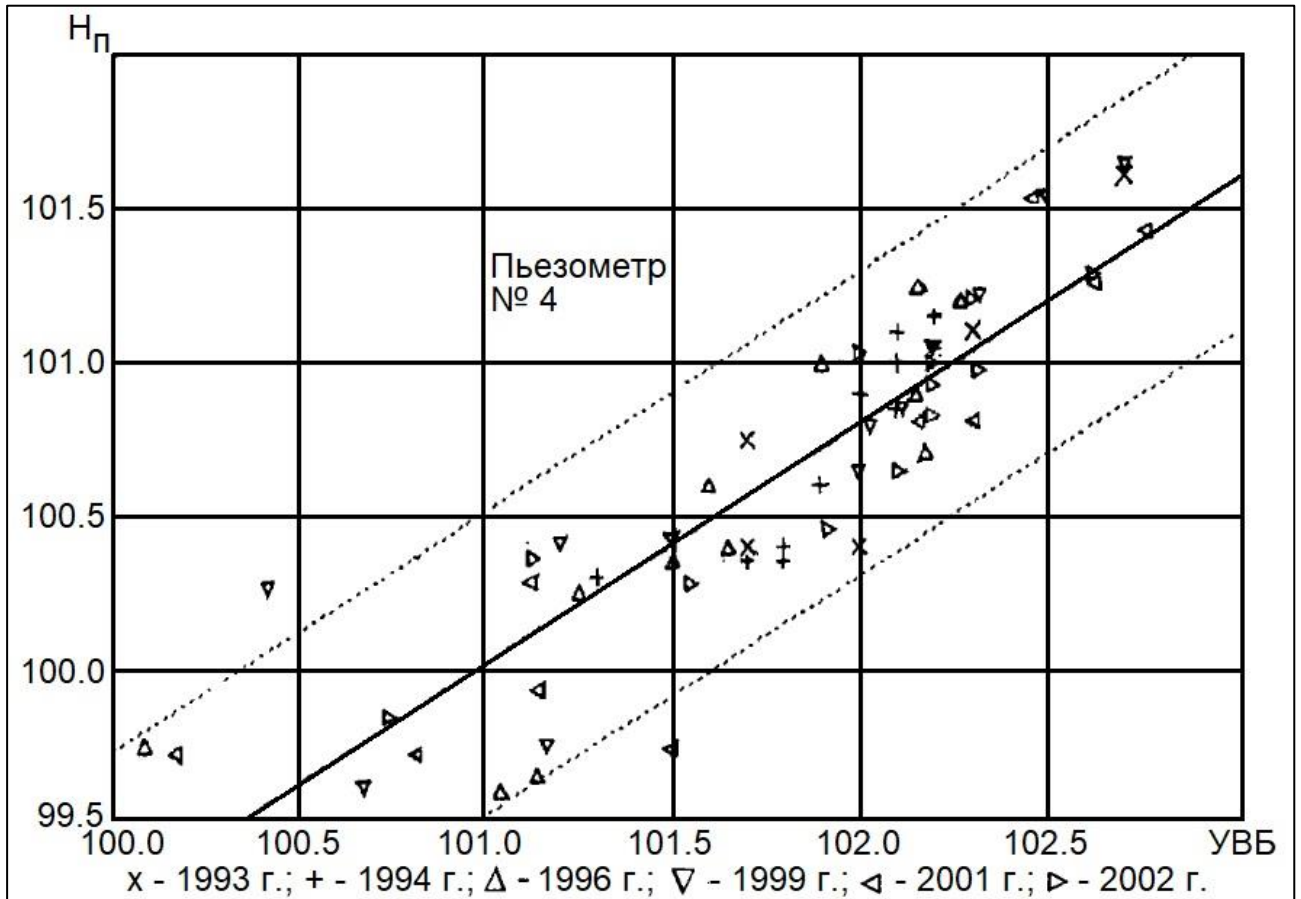


Рисунок 5 – График зависимости пьезометрического уровня от уровня верхнего бьефа

7.8 Критерии фильтрационной прочности тела ограждающей дамбы

В соответствии с [9.1.3] и [9.1.4] фильтрационная прочность тела и основания оценивается по действующим средним градиентам напора в контролируемых областях фильтрации. Критерием обеспечения местной фильтрационной прочности является условие:

$$I_{\text{ср.нат}} \leq I_{\text{доп}} = \frac{1}{\gamma_n} I_{\text{кр.м}} = K1,$$

где $I_{\text{ср.нат}}$, $I_{\text{доп}}$, $I_{\text{кр.м}}$ – соответственно, натуральный, допустимый и критический градиенты напора в контролируемой области фильтрации;

γ_n – коэффициент надежности по ответственности сооружения.

За критерий K1 фильтрационной прочности грунтов плотины и основания принимаем значения нормативных допустимых для этих грунтов градиентов напора:

$$K1 = I_{\text{доп}} = \frac{1}{\gamma_n} I_{\text{кр.м}}.$$

2022	Раздел 12. Иная документация в случаях, предусмотренных федеральными законами. Подраздел 4. Критерии безопасности ГТС. Том 12.4.	32
------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

По условию исключения достижения действующих в сооружении градиентов напора их критических значений в качестве критерия К2 с некоторым допущением рекомендуется принимать величины, равные $0,9 I_{cr.m}$, т.е.:

$$K2 = 0,9 I_{cr.m} .$$

Натурные значения средних градиентов напора ($I_{ср.нат}$) во всех контролируемых областях фильтрации тела и основания плотины вычисляются по показаниям парных пьезометров, расположенных в этих областях последовательно на линиях тока или по гидродинамическим сеткам фильтрации, построенным по пьезометрическим наблюдениям в условиях действия на плотину максимального напора.

Изо всех локальных областей фильтрации тела плотины и основания должны быть выбраны те, в которых грунты менее устойчивы к суффозии и, где градиенты напора имеют (или могут иметь) максимальные значения. В качестве таких областей следует рассматривать:

- прослойки неустойчивых к суффозии грунтов в основании;
- зоны контактного сопряжения мелкозернистых или связных грунтов с прослойками из крупнозернистого грунта;
- области разгрузки фильтрационного потока тела плотины в дренаж;
- области разгрузки фильтрационного потока из основания на дневную поверхность;
- области высачивания фильтрационного потока на поверхность низового откоса;
- зоны сопряжения тела грунтовой плотины с встроенными бетонными сооружениями;
- области обтекания фильтрационным потоком «острия» сопрягающих шпунтов и зубьев противофильтрационного контура в основании и др.

7.9 Критерии фильтрационных расходов

В общем случае при нормальном установившемся режиме работы дамбы и ее основания измеренные фильтрационные расходы во всем диапазоне изменения напора на сооружение должны отвечать условию [9.2.12]:

$$Q_p (Z_i) - \Delta Q \leq Q_{нат} (Z_i) \leq Q_p (Z_i) + \Delta Q$$

В качестве критерия К1 максимальных фильтрационных расходов через тело и основание дамбы принимаются расчетные фильтрационные расходы, отвечающие верхней границе доверительного интервала, полученные при наращивании дамбы и УВБ = 292.00, 296.00, 300.00, 304.00, 308.00, 312.00 и 316.00 м БС и уточненные в процессе эксплуатации:

2022	Раздел 12. Иная документация в случаях, предусмотренных федеральными законами. Подраздел 4. Критерии безопасности ГТС. Том 12.4.	33
------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

$$K1 (Q_{\text{нат}}) = Q_p (Z_{\text{увб}}) + \Delta Q, \text{ м}^3/\text{с},$$

где $Q_p (Z_{\text{увб}})$ – расчетные расходы фильтрации при соответствующей отметке уровня верхнего бьефа и уточненные в процессе эксплуатации;

ΔQ – погрешность измерения расходов фильтрации в доверительном интервале.

За критерий K2 принимается значения K1 увеличенное на 10 %, которое может быть обосновано изменением физико-механических свойств грунтов тела дамбы и основания, возникновением и развитием суффозионных процессов и т.д.:

$$K2 (Q_{\text{нат}}) = 1,1 \cdot K1 (Q_{\text{нат}}), \text{ м}^3/\text{с}.$$

В качестве прогнозной модели для фильтрационных расходов рекомендуется использовать приблизительное равенство (стабильность) натуральных значений фильтрационных расходов, измеренных при одинаковых отметках УВБ (Z_0) в разные годы эксплуатации N_i :

$$Q_{\text{нат}} (N_i Z_0) \approx \text{const}.$$

Для исключения возможных ошибок в оценке состояния дамбы по критериям K1 и K2 в приведенных равенствах следует использовать для сравнения фильтрационных расходов, измеренные значения в условиях отсутствия приточности на водомерные устройства поверхностных вод, не связанных с фильтрацией через тело и основание сооружения (от дождей, снеготаяния, технологических утечек и т.п.).

7.10 Критерии мутности воды, профильтровавшейся через тело и основание ограждающей дамбы

При нормальном фильтрационном режиме (отсутствие суффозионных процессов) мутность профильтровавшейся через тело плотины и основание воды $M_{\text{ф}}^{\text{нат}}$ не должна превышать мутность воды в пруде отстойнике $M_{\text{отс}}$. Мутность – весовое содержание твердых частиц грунта в единице объема воды (мг/л).

Если профильтровавшаяся вода содержит твердых частиц больше, чем воды в отстойнике, имеется основание считать, что в сооружении имеет место процесс механической суффозии. При наличии механической суффозии состояние сооружения классифицируется как потенциально опасное. При увеличении мутности профильтровавшейся воды во времени и при постоянном напоре состояние сооружения следует оценивать, как предаварийное.

Исходя из этих положений, за критерий K1, задающий границу между нормальным и потенциально опасным состояниями, рекомендуется принимать:

$$K1 (M_{\text{ф}}^{\text{нат}}) = M_{\text{отс}}, \text{ мг/л}.$$

За критерий перехода дамбы в предаварийное состояние с некоторой степенью условности принимается удвоенная величина мутности воды в прудке отстойнике:

2022	Раздел 12. Иная документация в случаях, предусмотренных федеральными законами. Подраздел 4. Критерии безопасности ГТС. Том 12.4.	34
------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

$$K2 (M_{\text{ф}}^{\text{нат}}) = 2 \cdot M_{\text{отс}}, \text{ мг/л.}$$

Показатель $M_{\text{отс}}$ в зависимости от сезона года и условий эксплуатации (технологических сбросов) может меняться. Тогда численные значения приведенных выше критериев должны корректироваться.

7.11 Критерии отметок наполнения пруда отстойника (хвостохранилища)

Назначение критериев безопасности по отметкам наполнения пруда отстойника назначаются по аналогии с требованиями, приведенными в пункте 7.1 и с учетом наращивания дамб и параллельного наполнения пруда-отстойника. Исключением является критериальное значение наполнения пруда при наращивании дамбы до максимальной проектной отметки равной 318,00 м БС. Для 7-го яруса $K1_{\text{увп}} = K2_{\text{увп}} = 316,00$ м БС.

Критериальные значения отметок наполнения пруда отстойника ($Z_{\text{пр}}$), соответствующие $K1$ и $K2$, представлены в таблице 10.

Таблица 10 – Критерии отметок наполнения пруда отстойника (хвостохранилища)

Отметка ограждающей дамбы, м БС	Критерии отметок наполнения пруда отстойника	
	$K1$, м БС	$K2$, м БС
1-ый ярус (294,00)	$292,00 < Z_{\text{пр}} < 292,50$	$\geq 292,50$
2-ой ярус (298,00)	$296,00 < Z_{\text{пр}} < 296,50$	$\geq 296,50$
3-ий ярус (302,00)	$300,00 < Z_{\text{пр}} < 300,50$	$\geq 300,50$
4-ый ярус (306,00)	$304,00 < Z_{\text{пр}} < 304,50$	$\geq 304,50$
5-ый ярус (310,00)	$308,00 < Z_{\text{пр}} < 308,50$	$\geq 308,50$
6-ой ярус (314,00)	$312,00 < Z_{\text{пр}} < 312,50$	$\geq 312,50$
7-ой ярус (318,00)	316,00	

7.12 Критерии длины надводного пляжа пруда отстойника (хвостохранилища)

Назначение критериев длины надводного пляжа назначаются в соответствии с рекомендациями [9.2.9] – длина надводного пляжа в течение всего срока эксплуатации хвостохранилища должна соответствовать заданной проектом для каждого яруса намыва, но быть не менее 50 м – для хранилища I класса. Проектное значение длины пляжа соответствует 100 м.

2022	Раздел 12. Иная документация в случаях, предусмотренных федеральными законами. Подраздел 4. Критерии безопасности ГТС. Том 12.4.	35
-------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------

Таким образом в качестве диагностических показателей К1 и К2, контролируемых параметры пляжа принимаем следующие значения:

$$L_{\text{доп.}} = 50,0 \text{ м} < K1 (L_{\text{пл.ф}}) < L_{\text{пл.пр.}} = 100,0 \text{ м},$$

$$K2 \leq L_{\text{доп.}} = 50,0 \text{ м},$$

где $L_{\text{доп.}}$ – допустимое минимальное значение длины пляжа для хранилища I класса;

$L_{\text{пл.ф}}$ – фактическое (натурное) значение длины пляжа;

$L_{\text{пл.пр.}}$ – проектное значение длины пляжа.

7.13 Критерии минимальной толщины стенок пульповодов (водоводов)

Участки пульповодов, толщина стенок которых достигла критической (с учетом профилактического поворачивания труб на напорном пульповоде), подлежат замене. Критическая толщина стенок назначается проектом и регламентируется местной инструкцией по эксплуатации сооружений накопителя [9.2.9].

Критическую толщину стенок пульповодов для транспортирования пульпы, не оказывающих коррозионного воздействия на сталь и сварные соединения труб, определяют по формуле:

$$t_{\text{кр}} = P \cdot D / (0,8 \cdot R),$$

где t – критическая толщина стенки трубы, мм;

P – максимальное рабочее давление в трубе, МПа;

D – наружный диаметр трубы, мм;

R – расчетное сопротивление материала трубы на растяжение, МПа.

Таким образом критическая толщина стенок пульповодов, принятых проектом равна:

$$t_{\text{кр}} = 1,6 \cdot 1020 / (0,8 \cdot 510) = 4 \text{ мм}.$$

Исходя из вышеописанного за критериальное значение К1 принимаем полученную расчетом критическую толщину стенки пульповодов, увеличенную с учетом коэффициента надежности $\gamma_n = 1,25$, что позволит своевременно принимать технологические решения при проводимом мониторинге сооружения, направленные на обеспечение безопасной эксплуатации:

$$K1 = 1,25 \cdot t_{\text{кр}} = 1,25 \cdot 4 = 5 \text{ мм}.$$

За критериальное значение К2 принимаем расчетное значение критической толщины стенок пульповодов, которая при этом не противоречит значению минимальной толщины стенки труб при эксплуатации технологических трубопроводов [9.1.2]:

$$K2 \leq t_{\text{кр}} = 4 \text{ мм}.$$

2022	Раздел 12. Иная документация в случаях, предусмотренных федеральными законами. Подраздел 4. Критерии безопасности ГТС. Том 12.4.	36
------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

7.14 Критерии размера майны в районе водозаборного колодца

Для предохранения водозаборных и водосбросных колодцев от воздействия льда вокруг них, как правило, устраиваются майны шириной не менее 0,75 м [9.2.9].

За критериальное значение K1 принимаем рекомендуемую величину майны:

$$K1 = 0,75 \text{ м.}$$

За критериальное значение K2 принимаем рекомендуемую величину, сниженную на 40 % из условий возможного откола образовавшегося льда (шуги) и попадания на сороудерживающую решетку с последующим снижением пропускной способности:

$$K2 = 0,6 \cdot 0,75 = 0,45 \text{ м.}$$

7.15 Критерии характеристик исходной пульпы

В случае значительного (более 15-20 %) отклонения характеристик пульпы от проектных необходимо привести их в соответствие с проектом или реконструировать систему гидротранспорта и скорректировать регламент складирования отходов в накопитель [9.2.9], таким образом данную величину принимаем за критериальное значение K2.

За критериальное значение K1 принимаем отклонения характеристик пульпы не более чем на 10-15 %.

7.16 Критерии санитарного состояния окружающей среды (концентрация ЗВ)

Существующая гидронаблюдательная сеть скважин и контрольных створов позволяет оценить влияние фильтрационных утечек из хвостохранилища на грунтовые и поверхностные воды.

За критериальное значение K1 принимается измеренная величина (концентрация ЗВ) не превышающая фоновые показатели:

$$K1 (C_i) = C_{i \text{ фон}}, \text{ мг/л.}$$

За критериальное значение K2 принимаем превышение измеренной величины, установленных действующей НТД, ПДК ЗВ:

$$K2 (C_i) = C_{i \text{ пдк}}, \text{ мг/л.}$$

где C_i – измеренная концентрация i -го загрязняющего вещества;

$C_{i \text{ фон}}$ – фоновая концентрация i -го загрязняющего вещества;

$C_{i \text{ пдк}}$ – ПДК i -го загрязняющего вещества.

2022	Раздел 12. Иная документация в случаях, предусмотренных федеральными законами. Подраздел 4. Критерии безопасности ГТС. Том 12.4.	37
------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

7.17 Принятые критериальные значения количественных показателей состояния ГТС

Критерии безопасности по всем объектам мониторинга и количественным показателям для удобства сведены в сводную таблицу 11.

Таблица 11 – Критерии безопасности количественных диагностических показателей состояния сооружений

Объект контроля	Диагностические показатели (критериальные значения)	
	K1	K2
Отметки гребня ограждающей дамбы, м БС		
1-ый ярус	293,95	293,50
2-ой ярус	297,95	297,50
3-ий ярус	301,95	301,50
4-ый ярус	305,95	305,50
5-ый ярус	309,95	309,50
6-ой ярус	313,95	313,50
7-ой ярус	317,95	317,50
Ширина гребня (берм) ограждающей дамбы, м	14,75	14,50
Заложение откосов ограждающей дамбы		
– верховой	$2,25 < m_1 < 2,5$	$m_1 \leq 2,25$
– низовой	$1,35 < m_2 < 1,5$	$m_2 \leq 1,35$
Коэффициент устойчивости откосов	1,315	$\leq 1,125$
Осадки ограждающей дамбы, мм	$S_{\text{прог}}(t) - \Delta S$	$S_{\text{прог}}(t) - 2\Delta S$
Интенсивность осадки, мм	$U_s(t_1) \approx U_s(t_2) = U_s(t_3) = \dots = U_s(t_n)$	$U_s(t_1) < U_s(t_2) < U_s(t_3) < \dots < U_s(t_n)$
Горизонтальные смещения гребня, мм	$\Delta S_{\text{нат}}^{\text{ост}}(t_i) \approx \Delta S_{\text{нат}}^{\text{ост}}(t_{i-1}) \pm \delta$	$\Delta S_{\text{нат}}^{\text{ост}}(t_i) > \Delta S_{\text{нат}}^{\text{ост}}(t_{i-1}) \pm \delta$
Положение поверхности кривой депрессии, м БС	$H_{\text{р изм}} \pm \Delta H_{\text{р}}$	$H_{\text{р изм}} \pm 2 \cdot \Delta H_{\text{р}}$
Фильтрационная прочность тела ограждающей дамбы	$I_{\text{доп}} = \frac{1}{\gamma_n} I_{\text{ср.м}}$	$0,9 I_{\text{ср.м}}$
Фильтрационные расходы, м ³ /с	$Q_{\text{р}}(Z_{\text{убв}}) + \Delta Q$	$1,1 \cdot K1 (Q_{\text{нат}})$
Мутность профильтровавшейся воды, мг/л	$M_{\text{ф}}^{\text{нат}} = M_{\text{отс}}$	$M_{\text{ф}}^{\text{нат}} = 2 \cdot M_{\text{отс}}$

2022	Раздел 12. Иная документация в случаях, предусмотренных федеральными законами. Подраздел 4. Критерии безопасности ГТС. Том 12.4.	38
------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

Объект контроля	Диагностические показатели (критериальные значения)	
	К1	К2
Отметки наполнения пруда отстойника, м БС		
1-ый ярус	$292,00 < Z_{пр} < 292,50$	$\geq 292,50$
2-ой ярус	$296,00 < Z_{пр} < 296,50$	$\geq 296,50$
3-ий ярус	$300,00 < Z_{пр} < 300,50$	$\geq 300,50$
4-ый ярус	$304,00 < Z_{пр} < 304,50$	$\geq 304,50$
5-ый ярус	$308,00 < Z_{пр} < 308,50$	$\geq 308,50$
6-ой ярус	$312,00 < Z_{пр} < 312,50$	$\geq 312,50$
7-ой ярус	316,00	
Длина надводного пляжа, м	$50,0 < L_{пл.ф} < 100,0$	$\leq 50,0$
Минимальная толщина стенок пульповодов (водоводов), мм	5,00	4,00
Размер майны, м	0,75	0,45
Характеристика исходной пульпы	отклонения от проектных параметров не более чем на 10-15 %	отклонения от проектных параметров более чем на 15-20 %
Санитарное состояние окружающей среды (концентрация ЗВ), мг/л	$C_{i \text{ фон}}$	$C_{i \text{ пдк}}$

2022	Раздел 12. Иная документация в случаях, предусмотренных федеральными законами. Подраздел 4. Критерии безопасности ГТС. Том 12.4.	39
------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

8 Назначение критериальных значений качественных показателей состояния ГТС

При определении эксплуатационного состояния ГТС наряду с измеренными (вычисленными) количественными диагностическими показателями следует контролировать на основе визуальных наблюдений и экспертных оценок качественные диагностические показатели.

На стадии разработки проекта и начальной эксплуатации сооружения должен быть установлен перечень качественных диагностических показателей К1 и К2, который устанавливается на основе обобщения опыта эксплуатации аналогичных сооружений и путем анализа прогноза изменения состояния сооружения под действием деструктивных процессов, природных и технологических нагрузок и воздействий.

На стадии эксплуатации перечень качественных диагностических показателей и их характеристики К1 и К2 подлежат уточнению и при необходимости дополнению на основании результатов обследования ГТС, обобщения натурных наблюдений и анализа изменений технического состояния сооружений.

Характеристики К1 и К2 качественных диагностических показателей, контролируемых визуально, следует определять экспертным методом с учетом конструктивных и эксплуатационных особенностей сооружений путем прогнозирования вероятных деструктивных процессов (деформаций, коррозии, износа, старения, протечек, суффозии и т.п.), которые могут привести к аварии ГТС.

Контролируемые визуально показатели состояния и условий эксплуатации ГТС (качественные), соответствующие критериям безопасности К1 и К2, приведены в таблице 12.

Таблица 12 – Критерии безопасности качественных диагностических показателей состояния сооружений

Объект контроля	Диагностические показатели (критериальные значения)	
	К1	К2
Гребень ограждающей дамбы	Появление локальных просадок, промоин, локального оползания, продольных и криволинейных трещин, оползневых цирков	Развитие во времени промоин, просадок, локальных понижений в виде воронок, продольных и криволинейных трещин, оползней
	Появление процесса трещинообразования – появление на гребне поперечных трещин (из ВБ в НБ) с глубиной не ниже максимального уровня наполнения пруда отстойника	Развитие процесса трещинообразования и появление новых продольных трещин с глубиной ниже максимального уровня наполнения пруда, переход трещин на откосы

2022	Раздел 12. Иная документация в случаях, предусмотренных федеральными законами. Подраздел 4. Критерии безопасности ГТС. Том 12.4.	40
------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

Объект контроля	Диагностические показатели (критериальные значения)	
	К1	К2
Верховой откос	Появление продольных трещин на верховом откосе без его оплываний и оползаний, незначительные деформации защитного слоя экрана	Развитие трещинообразования, способное привести к обрушению и оползанию откоса, заметные деформации профиля откоса, оползание защитного слоя экрана с его обнажением
	Появление просадок, термокарстовых воронок на пляже, оползневых цирков, появление локальных промоин-пазух в верхней части откоса	Появление и развитие во времени воронок и оползневых цирков с характерными трещинами отрыва, плоскостями скольжения, способные привести к обрушению, оползанию и переформированию откоса; наличие промоин-пазух в верхней части откоса, смещенных в сторону гребня
Низовой откос	<p>Появление влаголюбивой растительности, мокрых пятен; периодическое выклинивание фильтрационного потока на откос, мутность профильтровавшейся через дамбу и основание воды не превышает мутности воды в отстойнике.</p> <p>Визуально заметные деформации профиля низового откоса – возникновение признаков просадок, пучения, оползней, трещин, промоин</p>	<p>Выклинивание фильтрационного потока на откос с элементами суффозии, появление сосредоточенных ходов фильтрации (грифоны в нижнем бьефе и на низовом откосе).</p> <p>Появление наледей, гидролакколитов с развитием во времени.</p> <p>Появление суффозии в очагах фильтрации, суффозионных воронок, при этом мутность профильтровавшейся через дамбу воды значительно превышает мутность воды в хвостохранилище.</p> <p>Развитие во времени просадок или пучения грунта на откосе, появление просадочных воронок, развитие оползней и промоин</p>
	<p>Появление продольных трещин без обрушения, визуально заметные деформации профиля откоса.</p> <p>Появление воронок и оползневых цирков, не способных привести к обрушению/оползанию откоса.</p> <p>Появление локальных промоин, нарушение сплошности покрытия.</p>	<p>Развитие во времени трещинообразования, продольных трещин с образованием уступа, способных привести к формированию тела обрушения, поперечных трещин.</p> <p>Появление и развитие во времени воронок и оползневых цирков с характерными трещинами отрыва, плоскостями скольжения, способных привести к обрушению, оползанию и переформированию откоса.</p> <p>Деформация профиля откоса со значительным его уполаживанием.</p>

2022	Раздел 12. Иная документация в случаях, предусмотренных федеральными законами. Подраздел 4. Критерии безопасности ГТС. Том 12.4.	41
------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

Объект контроля	Диагностические показатели (критериальные значения)	
	К1	К2
Территория нижнего бьефа	Незначительное заболачивание, периодические выходы воды	Увеличение территории заболачивания. Появление и развитие постоянных очагов воды со взвешенными частицами грунта, увеличение расходов и мутности
Насосные станции, в т.ч. ДНС	Наличие неисправностей насосного, электрического и др. оборудования не приводящая к остановке действующих технологических процессов	Наличие неисправностей насосного, электрического и др. оборудования которые могут привести к остановке действующих технологических процессов или привели к непродолжительной остановке
Пульповоды, водоводы	Незначительные деформации трубопроводов, опорных устройств. Кратковременные нарушения в работе трубопроводной арматуры, герметичности стыков, швов, фланцевых соединений	Наличие осадки и деформаций трубопровода по трассе, повреждений опорных устройств. Нарушения герметичности стыков, швов, фланцевых соединений трубопроводов. Наличие течей, свищей и нарушений оболочки трубопроводов
Процесс складирования хвостов	Незначительные отступления от принятой проектом схемы заполнения, способов выпуска, технологии укладки и интенсивности намыва	Значительные отступления от проекта. Несанкционированная и неорганизованная укладка отходов, в т.ч. образование застойных зон и потоков вдоль ограждающей дамбы
Дренажная система	Начальное проявление кольматации, засорения или промерзания фильтров и рабочего сечения отвода воды, не приводящие к повышению поверхности депрессии в теле дамбы	Развитие засорения, кольматации, зарастания или промерзания фильтров и рабочего сечения отвода воды, приводящие к повышению поверхности депрессии в теле дамбы и выходу на откос фильтрационного потока
Водоотводной канал, дренажная канава	Незначительное засорение или зарастание живого сечения, не влияющее на пропускную способность	Наличие в живом сечении сооружения посторонних предметов, льда, осыпей снижающих пропускную способность, особенно в период пропуска паводков

2022	Раздел 12. Иная документация в случаях, предусмотренных федеральными законами. Подраздел 4. Критерии безопасности ГТС. Том 12.4.	42
-------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------

Объект контроля	Диагностические показатели (критериальные значения)	
	К1	К2
Водозаборный колодец и коллектор	<p>Незначительные повреждения элементов водозаборного колодца, не влияющие на общую прочность и устойчивость сооружения, в т.ч. на маневрирование шандорами.</p> <p>Скопление плавающего сора, льда, шуги перед сороудерживающими решетками без снижения пропускной способности</p>	<p>Развитие дефектов элементов водозаборного колодца приводящие к снижению прочностных характеристик материалов сооружения (коррозия металлоконструкций; трещины, каверны, сколы бетона и т.п.), смещения элементов в плане, наличие протечек и фильтраций в вертикальной части колодца.</p> <p>Скопление плавающего сора, льда, шуги, приводящих к снижению пропускной способности, в т.ч. в период пропуска паводка.</p> <p>Наличие выхода фильтрационных вод в районе низового откоса дамбы и нижнего бьефа по трассе коллекторов, просадки грунта по трассе коллекторов и поблизости от нее</p>
Автодороги и подъезды	<p>Появление дефектов не влияющих на доступность для обслуживания трассы пульповодов/водоводов и не препятствующих проезду транспорта</p>	<p>Наличие и развитие дефектов влияющих на доступность для обслуживания трассы пульповодов/водоводов и препятствующих проезду транспорта</p>

2022	Раздел 12. Иная документация в случаях, предусмотренных федеральными законами. Подраздел 4. Критерии безопасности ГТС. Том 12.4.	43
------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

9 Ссылочные документы и библиография

9.1 Ссылочные нормативные документы

	Обозначение, наименование документа, на который дана ссылка	Номер раздела, подраздела, приложения документа, на который дана ссылка
9.1.1	Федеральный закон от 23.06.1997 г. № 117-ФЗ «О безопасности гидротехнических сооружений»	Ст. 3, 8, 9
9.1.2	ГОСТ 32388-2013 «Трубопроводы технологические. Нормы и методы расчета на прочность, вибрацию и сейсмические воздействия»	табл. 5.6
9.1.3	СП 23.13330.2018 «Основания гидротехнических сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.02.02-85»	п. 5.31, 8.4
9.1.4	СП 39.13330.2012 «Плотины из грунтовых материалов. Актуализированная редакция СНиП 2.06.05-84*»	п. 5.11, 5.12, 7.20, 9.5, 9.10, 9.11,
9.1.5	СП 45.13330.2017 «Земляные сооружения, основания и фундаменты»	табл. М. 1
9.1.6	СП 58.13330.2019 «Гидротехнические сооружения. Основные положения»	п. 8.17

9.2 Ссылочные документы

	Обозначение, наименование документа, на который дана ссылка	Номер раздела, подраздела, приложения документа, на который дана ссылка
9.2.1	П 71-2000 ВНИИГ «Рекомендации по диагностическому контролю фильтрационного режима грунтовых плотин»	п. 4.7
9.2.2	П 72-2000 ВНИИГ «Рекомендации по проведению визуальных наблюдений и обследований на грунтовых плотинах»	
9.2.3	П 74-2000 ВНИИГ «Рекомендации по проведению натурных наблюдений и исследований креплений откосов грунтовых сооружений и береговых склонов»	
9.2.4	П 75-2000 ВНИИГ «Рекомендации по анализу данных и контролю состояния водосбросных сооружений и нижних бьефов гидроузлов»	
9.2.5	П 81-2001 ВНИИГ «Рекомендации по натурным исследованиям и диагностике грунтовых плотин, расположенных в зоне вечной мерзлоты»	
9.2.6	П 87-2001 ВНИИГ «Рекомендации по проведению натурных наблюдений за осадками грунтовых плотин»	
9.2.7	П 92-2001 ВНИИГ «Рекомендации по обследованию гидротехнических сооружений с целью оценки их безопасности»	

2022	Раздел 12. Иная документация в случаях, предусмотренных федеральными законами. Подраздел 4. Критерии безопасности ГТС. Том 12.4.	44
------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

Обозначение, наименование документа, на который дана ссылка	Номер раздела, подраздела, приложения документа, на который дана ссылка
9.2.8 П-836-85 «Рекомендации по определению предельно допустимых значений показателей состояния и работы гидротехнических сооружений»	
9.2.9 ПБ 03-438-02 «Правила безопасности гидротехнических сооружений накопителей жидких промышленных отходов»	п. 7.29, 7.30, 8.15, 8.17, 10.11, 11,13
9.2.10 РД 03-443-02 «Инструкция о порядке определения критериев безопасности и оценки состояния гидротехнических сооружений накопителей жидких промышленных отходов на поднадзорных Госгортехнадзору России производствах, объектах и в организациях»	
9.2.11 РД 09-255-99 «Методические рекомендации по оценке технического состояния и безопасности хранилищ производственных отходов и стоков предприятий химического комплекса»	
9.2.12 РД 153-34.2-21.342-00 «Методика определения критериев безопасности гидротехнических сооружений»	Пособие к РД – Прил. Е, Ж, И, К, Л, М,
9.2.13 РД 153-34.2-21.546-2003 «Правила организации и проведения натуральных наблюдений и исследований на плотинах из грунтовых материалов»	

9.3 Библиография

- 9.3.1 Гидротехнические сооружения: Справочник проектировщика / Под. ред. В.П. Недриги. М.: Стройиздат, 1983. – 544 с.;
- 9.3.2 Ляпичев Ю.П. Гидротехнические сооружения: Учеб. пособие. – М.: РУДН, 2008. – 302 с.
- 9.3.3 Ляпичев Ю.П. Гидрологическая и техническая безопасность гидросооружений: Учеб. пособие. – М.: РУДН, 2008. – 222 с.
- 9.3.4 Рассказов Л.Н., Орехов В.Г., Анискин Н.А. Гидротехнические сооружения. Часть 1. Учебник для вузов. – Москва: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2008. – 576 с.
- 9.3.5 Рассказов Л.Н., Орехов В.Г., Анискин Н.А. Гидротехнические сооружения. Часть 2. Учебник для вузов. – Москва: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2008. – 528 с.
- 9.3.6 Розанов Н.Н. Плотины из грунтовых материалов. – М.: Стройиздат, 1983. – 296 с.
- 9.3.7 Соболев, С. В. Безопасность гидротехнических объектов [Текст]: учеб. Пособие /С. В. Соболев, А. В. Февралев; Нижегород. гос. архитектур. - строит. ун-т. – Н. Новгород: ННГАСУ, 2018. – 204 с.
- 9.3.8 Справочник по гидротехнике. – М.: ВОДГЕО, 1955. – 832 с.

2022	Раздел 12. Иная документация в случаях, предусмотренных федеральными законами. Подраздел 4. Критерии безопасности ГТС. Том 12.4.	45
------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----