

---

**В.И. Волков**

**ОЦЕНКА БЕЗОПАСНОСТИ СООРУЖЕНИЙ  
ГИДРОУЗЛА**



---

**Москва 2018**

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –  
МСХА им. К.А. ТИМИРЯЗЕВА

**В.И. Волков**

# **ОЦЕНКА БЕЗОПАСНОСТИ СООРУЖЕНИЙ ГИДРОУЗЛА**

Методические указания

Москва 2018

УДК 626/627  
ББК 38.37  
В 47

Рецензент:  
профессор, канд. техн. наук, А.Г. Журавлева

**Волков В.И. Оценка безопасности сооружений гидроузла:**  
В 47 Методические указания / В.И. Волков. – М.:  
2018. – 76 с.

Методические указания предназначены для оказания помощи студентам при разработке курсовой работы и систематизации их самостоятельной работы в процессе курсового проектирования при углублённом изучении вопросов оценки безопасности грунтовых плотин и водосбросных сооружений, эксплуатируемых в составе гидроузлов.

В методических указаниях даётся примерная тематика курсовых работ, объём, последовательность, методика и рекомендации по решению основных вопросов, связанных с оценкой безопасности земляных плотин и водопропускных сооружений, а также указания по определению зоны затопления при аварии плотины и расчету размера вероятного вреда. Приведены также требования по написанию разделов курсовой работы, библиографический список и перечень нормативных документов, регламентирующих порядок выполнения и написания курсовой работы.

Методические указания предназначены для студентов-бакалавров очного отделения по направлению подготовки 20.03.01 «Техносферная безопасность» по направленности «Защита в чрезвычайных ситуациях», изучающих дисциплину «Безопасность гидротехнических сооружений».

Рекомендовано к изданию учебно-методической комиссией факультета техносферной безопасности, экологии и природопользования (протокол № 5 от 5 февраля 2018 г.).

УДК 624.131.1:626/627  
ББК 38.37

© Волков В.И., 2018

© ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА  
им. К.А.Тимирязева, 2018

© Оригинал-макет

, 2018

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ КУРСОВОЙ РАБОТЫ.....	6
2. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОЙ РАБОТЫ .....	6
3. СТРУКТУРА КУРСОВОЙ РАБОТЫ.....	9
4. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОЙ РАБОТЫ .....	11
4.1. Выбор темы курсовой работы.....	11
4.2. Получение индивидуального задания.....	12
4.3. Составление плана выполнения курсовой работы .....	13
4.4 Требования к разработке структурных элементов курсовой работы .....	16
4.4.1. Разработка введения .....	16
4.4.2. Разработка основной части курсовой работы .....	16
4.4.2.1. Оценка безопасности плотины из грунтовых материалов.....	23
4.4.2.2. Оценка безопасности водосброса .....	28
4.4.2.3. Расчет параметров волны прорыва при разрушении плотины....	32
4.4.2.4. Оценка вероятного вреда при прорыве напорного фронта плотины .....	33
4.4.2.5. Оценка масштаба ЧС при прорыве напорного фронта плотины	39
4.4.3. Разработка заключения.....	39
4.4.4. Составление библиографического списка.....	39
4.4.5. Приложения .....	40
4.4.6. Дополнительные указания по выполнению курсовой работы.....	40
5. ТРЕБОВАНИЯ ПО ОФОРМЛЕНИЮ КУРСОВОЙ РАБОТЫ.....	41
5.1. Оформление текстового материала.....	41
5.2. Оформление ссылок.....	43
5.3. Оформление иллюстраций .....	44
5.4. Общие правила представления формул.....	44
5.5. Оформление таблиц .....	46
5.6. Оформление библиографического списка.....	46
5.7. Оформление графических материалов .....	49
5.8. Оформление приложений.....	49
5.9. Требования к лингвистическому оформлению курсовой работы.....	50

6. ПОРЯДОК ЗАЩИТЫ КУРСОВОЙ РАБОТЫ .....	52
7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ КУРСОВОЙ РАБОТЫ .....	55
7.1. Основная литература .....	55
7.2. Дополнительная литература.....	55
8. МЕТОДИЧЕСКОЕ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ КУРСОВОЙ РАБОТЫ.....	56
8.1. Методические указания и методические материалы к курсовой работе .	56
8.2 Программное обеспечение для выполнения курсовой работы .....	57
9. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ .....	57
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	59
ПРИЛОЖЕНИЕ 1. ПРИМЕР ОФОРМЛЕНИЯ ТИТУЛЬНОГО ЛИСТА КУРСОВОЙ РАБОТЫ .....	64
ПРИЛОЖЕНИЕ 2. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ РАСЧЕТОВ.....	65
ПРИЛОЖЕНИЕ 3. ПОПЕРЕЧНОЕ СЕЧЕНИЕ ГРУНТОВОЙ ПЛОТИНЫ В РУСЛОВОЙ ЧАСТИ.....	70
ПРИЛОЖЕНИЕ 4. ПЛАН И ПРОДОЛЬНЫЙ РАЗРЕЗ ТРЁХПРОЛЁТНОГО ОТКРЫТОГО БЕРЕГОВОГО РЕГУЛИРУЕМОГО ВОДОСБРОСА С СОПРЯГАЮЩИМ СООРУЖЕНИЕМ В ВИДЕ БЫСТРОТОКА С ДВУМЯ УКЛОНАМИ И ВОДОБОЙНЫМ КОЛОДЦЕМ.....	71
ПРИЛОЖЕНИЕ 5. ПАСПОРТ ГИДРОУЗЛА.....	72
ПРИЛОЖЕНИЕ 6. РЕЦЕНЗИЯ.....	73
ПРИЛОЖЕНИЕ 7. ШКАЛА ТЯЖЕСТИ РАЗРУШЕНИЙ .....	74

## **ВВЕДЕНИЕ**

Целью данных методических указаний является формирование требований к курсовой работе «Оценка безопасности сооружений гидроузла» бакалавров, обучающихся по направлению подготовки 20.03.01 «Техносферная безопасность» по направленности «Защита в чрезвычайных ситуациях», разъяснение исходных данных, этапов и методики выполнения отдельных вопросов, присущих оценке безопасности гидротехнических сооружений напорного фронта гидроузлов.

Важным моментом при курсовом проектировании является приобретение бакалаврами навыков использования технической, справочной и нормативной литературы, данных научных исследований, и практического опыта строительства и эксплуатации гидротехнических сооружений последних десятилетий как в России, так и в ведущих в области гидротехники других стран мира.

Большинство гидроузлов в России и мире эксплуатируются и строятся с грунтовыми плотинами, поэтому в данной курсовой работе особое внимание уделяется вопросам безопасности грунтовых подпорных сооружений. Кроме того, плотины из грунтовых материалов являются наиболее уязвимым типом плотин среди массово применяемых плотин другого типа

Одним из наиболее часто применяемых водосбросных сооружений при плотинах из грунтовых материалов являются открытые береговые водосбросы, поэтому в курсовой работе вопросам безопасности этого типа гидротехнических сооружений уделено также большое внимание.

Проектирование ведётся на основании индивидуальных исходных данных, выданных или утверждённых ведущим преподавателем. Курсовая работа разрабатывается на базе ежегодно обновляемых электронных исходных данных (первая часть проекта) и варианта данных для второй части курсовой работы в виде распечатки одной страницы задания.

Результаты курсового проектирования оформляются в виде пояснительной записки объемом до 40-50 страниц и графического приложения.

Защита курсовой работы проводится в соответствии с действующим порядком, утвержденным решением Учёного совета РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева и рассмотренным на заседании кафедры гидротехнических сооружений.

## **1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ КУРСОВОЙ РАБОТЫ**

Цель выполнения курсовой работы по дисциплине «Безопасность ГТС» для направления подготовки 20.03.01 «Техносферная безопасность» по направленности «Защита в чрезвычайных ситуациях» состоит в закреплении и углублении студентами теоретических знаний, полученных при изучении предшествующих курсов: Геология и гидрогеология, Метеорология, климатология и гидрология, Опасные природные процессы, Основы гидротехники и водохозяйственные сооружения.

Задачи курсовой работы: освоить принципиальную методику оценки безопасности земляных плотин и водопропускных сооружений в составе водохранилищного гидроузла, ознакомить студентов с основными типами подпорных грунтовых сооружений и водосбросов, приобрести ими навыки использования технической литературы [1, 2, 14...20], учебников и учебных пособий [31-43], нормативных изданий [1...5, 8...13], ГОСТов [6, 7], материалов презентаций и современных программных комплексов [26, 29].

## **2. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОЙ РАБОТЫ**

Реализация в курсовой работе по дисциплине «Безопасность ГТС» требований ФГОС ВО, ОПОП ВО и Учебного плана по направлению подготовки 20.03.01 «Техносферная безопасность» по направленности «Защита в чрезвычайных ситуациях» должна формировать компетенции, представленные в таблице 1.

Таблица 1 – Требования к результатам выполнения курсовой работы по учебной дисциплине «Безопасность ГТС»

№ п/п	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
			знать	уметь	владеть
1.	ОПК-3	Способность ориентироваться в основных нормативно-правовых актах обеспечения безопасности	<ul style="list-style-type: none"> <li>- основные законы и нормативные документы, касающиеся безопасности ГТС;</li> <li>- комплекс проблем, связанных с безопасностью ГТС;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- пользоваться правовой и технической литературой</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- терминологией, используемой в гидротехнике при оценке безопасности ГТС</li> </ul>
2.	ПК-17	Способность определять опасные, чрезвычайно опасные зоны, зоны приемлемого риска	<ul style="list-style-type: none"> <li>- значимые диагностические показатели для различного типа сооружений и критерии безопасности;</li> <li>- методы расчетов, применяемые при решении различных задач по установлению значений диагностических показателей и критериев безопасности.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- прогнозировать сценарии возможного развития событий при различных повреждениях ГТС;</li> <li>- выявлять среди них наиболее вероятные и наиболее тяжелые по величине ущерба.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- умением осуществлять предварительные экспертные оценки технического состояния и уровня безопасности ГТС;</li> <li>- методами определения вероятного вреда при аварии ГТС.</li> </ul>
3.	ПК-	Готовность	<ul style="list-style-type: none"> <li>- основные законы и нормативные</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- пользоваться</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- терминологией при</li> </ul>



	18	<p>осуществлять проверки безопасного состояния объектов различного назначения, участвовать в экспертизах их безопасности, регламентированных действующим законодательством Российской Федерации</p>	<p>документы, касающиеся безопасности ГТС;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- комплекс проблем, связанных с безопасностью ГТС;</li> <li>- значимые диагностические показатели для различного типа сооружений и критерии безопасности;</li> <li>- методы расчетов, применяемые при решении различных задач по установлению значений диагностических показателей и критериев безопасности;</li> <li>- состав документации при декларировании безопасности ГТС.</li> </ul>	<p>правовой и технической литературой;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- прогнозировать сценарии возможного развития событий при различных повреждениях ГТС.</li> </ul>	<p>оценке безопасности ГТС;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- умением осуществлять предварительные экспертные оценки технического состояния и уровня безопасности ГТС;</li> <li>- методами определения вероятного вреда при аварии ГТС.</li> </ul>
--	----	---	---	--	---

### 3. СТРУКТУРА КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Курсовая работа состоит из текстовой части объёмом до 40...50 страниц печатного текста, выполненной в редакторе Word, и сопровождаемой расчетными схемами, а также графической части на двух листах размером 210x297 мм. Примерная структура курсовой работы и пояснительной записки приведена в таблице 2.

Таблица 2 – Структура курсовой работы и объем отдельных разделов пояснительной записки

№ п/п	Элемент структуры курсовой работы	Объем (примерный) страниц
1	Титульный лист ( <i>приложение 1</i> )	1
2	Рецензия ( <i>приложение б</i> )	1
3	Задание на проектирование	1
4	Аннотация	1
5	Содержание	2
6	Паспорт гидроузла ( <i>приложение 5</i> )	1
7	Введение	1
8	Основная часть	30...40
	1. Исходные данные для расчетов ( <i>приложение 2</i> )	4
	2. Состав сооружений гидроузла	0,5
	3. Оценка безопасности плотины из грунтовых материалов	0,5
	3.1. Проверка достаточности превышения гребня плотины над расчетными уровнями верхнего бьефа (Проверка достаточности отметки гребня плотины при известных отметках расчетных уровней верхнего бьефа)	4...5
	3.2. Проверка достаточности толщины крепления верхового откоса плотины	0,5
	3.3. Оценка параметров фильтрационного потока в теле и основании	3
	3.4. Оценка общей фильтрационной прочности тела и основания плотины	2
	3.5. Оценка устойчивости откосов плотины	0,5
	4. Оценка безопасности водосброса	
	4.1. Проверка пропускной способности входного оголовка водосброса	1
	4.2. Проверка достаточности высоты боковых стенок быстротока водосброса	3...4

№ п/п	Элемент структуры курсовой работы	Объем (примерный) страниц
	4.3. Проверка сопряжения с нижним бьефом	1...1,5
	4.4. Оценка размывов в нижнем бьефе	1...2
	5. Оценка безопасности гидроузла в целом	
	5.1. Оценка безопасности плотины	1...1,5
	5.2. Оценка безопасности водосброса	1...1,5
	5.3. Оценка безопасности гидроузла в целом	0,1
	6. Расчет параметров волны прорыва при разрушении плотины	
	6.1. Сценарии аварии с прорывом напорного фронта плотины	0,5
	6.2. Расчет максимальной глубины затопления в нижнем бьефе	1...1,5
	6.3. Определение зоны затопления	0,5
	7. Оценка вероятного вреда при прорыве напорного фронта плотины	
	7.1. Определение ущерба основным производственным фондам	1
	7.2. Определение ущерба готовой продукции предприятий	1
	7.3. Определение ущерба элементам транспорта и связи	1
	7.4. Определение ущерба жилому фонду и имуществу граждан	1
	7.5. Определение числа погибших и пострадавших при возникновении гидродинамической аварии	2
	7.6. Ущерб сельскохозяйственному производству	0,5
	7.7. Ущерб лесному хозяйству	0,5
	7.8. Ущерб, вызванный нарушением водоснабжения	0,5
	7.9. Ущерб объектам водного транспорта	0,5
	7.10. Ущерб рыбному хозяйству	0,5
	7.11. Ущерб окружающей природной среде	2
	7.12. Прочие виды ущерба	0,2
	7.13. Сводка всех ущербов и полный ущерб от аварии	1
	8. Оценка масштаба ЧС при прорыве напорного фронта плотины	0,1
9	Заключение	0,5
10	Библиографический список	1...2
11	Приложения (при необходимости)	1...3

Рецензия, задание на проектирование, аннотация обязательно прикладываются к пояснительной записке.

При выполнении курсовой работы целесообразно использовать программы комплекса гидравлических и фильтрационных расчётов, разработанных в университете [25-27, 29]. Распечатки расчётов на ПК должны быть вложены в пояснительную записку.

Графическая часть курсовой работы должна включать:

- границы затопления территории в нижнем бьефе плотины;
- разделение затопляемой территории на зоны слабых, средних и сильных разрушений для промышленных предприятий, складских помещений, автодорог и населенных пунктов.

## 4. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

### 4.1. ВЫБОР ТЕМЫ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Курсовая работа выполняется студентом самостоятельно на основе индивидуального задания, выдаваемого преподавателем. Тематика курсовых проектов по дисциплине «Безопасность ГТС» отвечает специализации обучающихся. Студент так же может самостоятельно выбрать тему курсовой работы из предлагаемого списка тем (см. таблицу 3) или предложить свою тему при условии обоснования им её целесообразности и актуальности, например, для региона, где он проживает, или будет рассматривать в дальнейшем в выпускной работе, либо материал, собранный во время производственной практики, и т.д. Тема должна быть уточнена и согласована с руководителем курсовой работы.

Таблица 3 – Примерная тематика курсового проектирования по дисциплине «Безопасность ГТС»

№	Тема курсовой работы
1.	Оценка безопасности сооружений гидроузла №__ на реке...
2.	Оценка безопасности сооружений гидроузла №__ с грунтовой плотиной на реке...
3.	Оценка безопасности сооружений гидроузла с грунтовой плотиной и открытым регулируемым береговым водосбросом
4.	Оценка безопасности сооружений гидроузла с грунтовой плотиной и открытым нерегулируемым береговым водосбросом
5.	Оценка безопасности сооружений гидроузла с грунтовой плотиной и

№	Тема курсовой работы
	береговым трубчатым водосбросом с ковшовым оголовком
6.	Оценка безопасности сооружений гидроузла с грунтовой плотиной и трубчатым водосбросом с шахтно-башенным оголовком
7.	Оценка безопасности сооружений гидроузла с грунтовой плотиной и открытым регулируемым береговым водосбросом в долине реки...
8.	Оценка безопасности сооружений гидроузла с грунтовой плотиной и открытым нерегулируемым береговым водосбросом в долине реки...
9.	Оценка безопасности сооружений гидроузла №__ с грунтовой плотиной в долине реки...
10.	Оценка безопасности сооружений гидроузла №__ с грунтовой плотиной и трубчатым водосбросом в долине реки...
11.	Оценка безопасности сооружений гидроузла №__ на реке... в Московской области
12.	Оценка безопасности сооружений гидроузла №__ на реке... в Калужской области
13.	Оценка безопасности сооружений гидроузла №__ на реке... в Воронежской области
14.	Оценка технического состояния сооружений гидроузла №__ на реке... в Московской области
15.	Оценка технического состояния сооружений гидроузла №__ с грунтовой плотиной
16.	Оценка технического состояния сооружений гидроузла №__ с грунтовой плотиной и регулируемым береговым открытым водосбросом
17.	Оценка технического состояния сооружений гидроузла №__ с грунтовой плотиной и нерегулируемым береговым открытым водосбросом
18.	Оценка технического состояния сооружений гидроузла №__ с грунтовой плотиной и трубчатым водосбросом с шахтно-башенным оголовком
19.	Оценка безопасности сооружений мелиоративного гидроузла на реке...
20.	Оценка безопасности сооружений мелиоративного гидроузла №__ с грунтовой плотиной
21.	Оценка безопасности сооружений водохранилищного гидроузла на реке...
22.	Оценка состояния сооружений мелиоративного гидроузла на реке...

#### 4.2. ПОЛУЧЕНИЕ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ЗАДАНИЯ

Индивидуальное задание на выполнение курсовой работы (Приложение 2) датируется днём выдачи, выдаётся за подписью руководителя курсовой работы и регистрируется в журнале регистрации курсовых работ/проектов у руководителя, в котором факт получения задания удостоверяется также подписью студента.

В исходных данных к выполнению курсовой работы должны быть указаны (приложение 2):

- состав гидроузла;
- топографические характеристики в районе створа гидроузла;
- основные параметры водохранилища;
- основные параметры плотины;
- основные параметры водосброса;
- состав и объём расчётов, сроки выполнения и защиты курсовой работы.

### **4.3. СОСТАВЛЕНИЕ ПЛАНА ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОЙ РАБОТЫ**

Выполнение курсовой работы по оценке безопасности гидроузла с плотиной из грунтовых материалов бакалаврами начинается с изучения индивидуального задания, выдаваемого преподавателем в сроки, указанные деканатом, и исходных данных на выполнение работы. При выдаче задания уточняются сроки выполнения курсовой работы и дата ее сдачи.

Студенту в первую очередь необходимо уяснить себе различные параметры грунтовой плотины и водопропускных сооружений, уровни воды в верхнем и нижнем бьефах гидроузла, данные о величине поверочного расходов, сведения об объектах в нижнем бьефе плотины.

В результате ознакомления с заданием и требованиями, которые предъявляются к курсовой работе, студент должен составить ясное представление о том, какими данными он располагает для выполнения оценки безопасности сооружений гидроузла с грунтовой плотиной. Для успешного выполнения курсовой работы совместно с руководителем составляется план-график выполнения курсовой работы с учетом графика учебного процесса (табл. 4).

Подпункты настоящих методических указаний, приведённые ниже в п. 4.4.2, соответствуют наименованиям разделов пояснительной записки курсовой работы. Объём пояснительной записки по оценке безопасности грунтовой плотины составляет около 12...18 страниц, т.е. примерно 30% от

общего объёма пояснительной записки всей курсовой работы. Остальной объём посвящается водопропускным сооружениям гидроузла 30 % и расчету ущербов при аварии плотины 40%.

Таблица 4 – Примерный план-график выполнения курсовой работы

№	Наименование работ	Объём в %	Сроки, № недели семестра (модуля)
1	2	3	4
1	Выбор темы.	1	1
2	Получение задания по курсовой работе Уточнение темы и содержания курсовой работы.	1	1
3	Составление библиографического списка. Изучение научной и методической литературы.	1	1
4	Сбор и анализ собранных материалов, подготовка плана курсовой работы.	1	1
5	Выполнение и написание основной части проекта.		
	Исходные данные для расчетов	2	1...2
	Состав сооружений гидроузла	1	1...2
	Оценка безопасности плотины из грунтовых материалов		
	Проверка достаточности превышения гребня плотины над расчетными уровнями верхнего бьефа (Проверка достаточности отметки гребня плотины при известных отметках расчетных уровней верхнего бьефа)	6	2...3
	Проверка достаточности толщины крепления верхового откоса плотины	2	2...3
	Оценка параметров фильтрационного потока в теле и основании	8	4...5
	Оценка общей фильтрационной прочности тела и основания плотины	4	5...6
	Оценка устойчивости откосов плотины	2	6
	Оценка безопасности водосброса		
	Проверка пропускной способности входного оголовка водосброса	5	7
	Проверка достаточности высоты боковых стенок быстроточа водосброса	8	7
	Проверка сопряжения с нижним бьефом	4	8
	Оценка размывов в нижнем бьефе	4	8
	Оценка безопасности гидроузла в целом:		
	Оценка безопасности плотины	3	8...9
	Оценка безопасности водосброса	3	8...9

№	Наименование работ	Объём в %	Сроки, № недели семестра (модуля)
	Оценка безопасности гидроузла в целом	1	8...9
	Расчет параметров волны прорыва при разрушении плотины:		
	Сценарии аварии с прорывом напорного фронта плотины	1	10...11
	Расчет максимальной глубины затопления в нижнем бьефе	2	10...11
	Определение зоны затопления	2	10...11
	Оценка вероятного вреда при прорыве напорного фронта плотины:		
	Определение ущерба основным производственным фондам	5	11...12
	Определение ущерба готовой продукции предприятий	4	11...12
	Определение ущерба элементам транспорта и связи	3	11...12
	Определение ущерба жилому фонду и имуществу граждан	4	11...12
	Определение числа погибших и пострадавших при возникновении гидродинамической аварии. оценка социального вреда	3	11...12
	Ущерб сельскохозяйственному производству	1	12...13
	Ущерб лесному хозяйству	1	12...13
	Ущерб, вызванный нарушением водоснабжения	1	12...13
	Ущерб объектам водного транспорта	1	12...13
	Ущерб рыбному хозяйству	1	12...13
	Ущерб окружающей природной среде	1	14-15
	Прочие виды ущерба	1	14-15
	Сводка всех ущербов и полный ущерб от аварии	1	14-15
	Оценка масштаба ЧС при прорыве напорного фронта плотины	1	14-15
6	Оформление пояснительной записки и завершение графической части работы.	8	14-15
7	Представление руководителю первого варианта курсовой работы и обсуждение представленного материала и результатов.		16
8	Составление окончательного варианта курсовой работы и паспорта гидроузла.	2	16
9	Заключительное консультирование.		16
10	Рецензирование курсовой работы.		16
11	Защита курсовой работы.		16...17

При выполнении курсовой работы, прежде всего, студенту необходимо ознакомиться с учебной литературой, где изложены основные теоретические



положения для оценки безопасности ГТС, входящих в состав рассматриваемого гидроузла, методы их расчёта, конкретные приёмы и примеры оценки состояния ГТС, которые непосредственно указаны ниже в тексте каждого раздела данных методических указаний.

## **4.4 ТРЕБОВАНИЯ К РАЗРАБОТКЕ СТРУКТУРНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ КУРСОВОЙ РАБОТЫ**

### **4.4.1. Разработка введения**

Во введении обосновывается актуальность избранной темы курсовой работы, раскрывается его практическая значимость, формулируются цель и задачи оценки безопасности отдельных ГТС и всего гидроузла в целом (рис. 4.1).

### **4.4.2. Разработка основной части курсовой работы**

После уяснения состава курсовой работы и требований, которые к ней предъявляются, можно приступать к детальной разработке курсовой работы. Ее основная часть включает пять разделов (см. табл. 2).

Ниже приводится рекомендуемый порядок выполнения работ по составлению курсовой работы, соответствующий календарному плану (см. табл. 4), структуре курсовой работы (см. табл. 2) и оглавлению пояснительной записки.

В настоящей курсовой работе детально оценивается состояние и безопасность двух основных гидротехнических сооружений гидроузла (рис. 3.1): земляной насыпной плотины (приложение 3) и паводкового водосброса (приложение 4).

**Уточнение или установление класса сооружений гидроузла** в курсовой работе производится после определения отметки гребня плотины  $\nabla_{Гр}$ . Допускается определять класс сооружений в соответствии с СП [9] по таблицам только в зависимости от высоты плотины  $H_{пл}$  и типа грунта основания, указанного в задании на проектирование. При реальном проектировании или в ВКР необходимо учитывать также назначение ГТС гидроузла, условия их эксплуатации, максимальный напор на подпорное

сооружение, последствия возможных гидродинамических аварий и пр. [3, 19, 20, 23].

**Гидротехнические расчёты грунтовой плотины** проводятся для обеспечения надёжности и экономичности всего перегораживающего сооружения в целом. На их основании определяются или проверяются следующие параметры элементов поперечного профиля грунтовой плотины:

– **отметка гребня плотины** ( $\nabla \Gamma_p$ ), которая должна обеспечивать необходимый запас гребня плотины над обоими расчётными уровнями воды в водоёме  $\nabla PУ$  (НПУ и ФПУ). Превышение гребня плотины над расчётными уровнями  $h_s$  проверяется по условиям наката и нагона волны на откос в соответствии с СП [8, 10] по формулам:

$$\nabla \Gamma_p = \nabla PУ + h_s. \quad (4.1)$$

$$h_s = \Delta h_{set} + h_{run 1\%} + a \quad (4.2)$$

где  $\Delta h_{set}$  – высота ветрового нагона воды, м;  $h_{run 1\%}$  – высота наката ветровых волн обеспеченностью 1%, м;  $a$  – конструктивный запас гребня, не менее 0,5 м.

На заключительном этапе этот расчёт может быть оформлен в виде таблицы [21, 28, 39]. На кафедре гидротехнические сооружения есть программа на ПК для расчёта параметров волн и определения запаса и отметки гребня плотины;

– **толщина крепления верхового откоса**, защищающая его от волнового воздействия и др. нагрузок, определяется в зависимости от типа крепления и параметров волны по формулам, приведённым в справочной и учебной литературе [21, 28, 39]. На кафедре гидротехнические сооружения есть программы на ПК для определения толщины крепления разных конструкций [29];

– **фильтрационные расчёты земляных плотин** в курсовой работе допускается вести для одного сечения в русловой части створа водотока. Расчёты проводятся для следующих условий: в верхнем бьефе – отметка НПУ,

в нижнем – отметка уровня воды, соответствующая пропуску расхода полезных попусков.

Фильтрационные расчёты выполняются в соответствии с принятыми допущениями и расчётными схемами, используя приближённые способы расчёта по различным аналитическим зависимостям, приведённым в рекомендованной технической литературе и справочниках [21, 26, 29, 31, 39]. Согласно требованиям строительных норм основными задачами фильтрационного расчёта являются:

- определение положения поверхности фильтрационного потока (кривой депрессии) в теле плотины;
- вычисление фильтрационного расхода через тело плотины, основание и берега;
- определение градиентов напора фильтрационного потока в теле плотины и в основании.

Для проведения фильтрационных расчетов на кафедре гидротехнические сооружения имеются программы на ПК и рабочие тетради, где указаны основные расчётные схемы и соответствующие выводы, которыми рекомендуется пользоваться для экономии времени при выполнении курсовой работы [21, 26, 29, 31, 39];

– **расчёт устойчивости** откосов земляных плотин проводится любым способом, указанным в литературе [28, 31-33, 36, 39] для основного сочетания нагрузок. Расчёты по нахождению коэффициента запаса откосов целесообразнее проводить графоаналитическим методом круглоцилиндрических поверхностей скольжений, используя зависимость

$$k_{уст} = \frac{\sum M_{удер}}{\sum M_{сдв}} \geq k_{дон} = \frac{\gamma_n \gamma_{lc}}{\gamma_c}, \quad (4.4)$$

где  $k_{уст}$  – расчетное значение коэффициента устойчивости откоса;  $\sum M_{удер}$  и  $\sum M_{сдв}$  – сумма моментов, соответственно, удерживающих и сдвигающих

сил относительно центра поверхности скольжения;  $k_{дон}$  – допустимый коэффициент устойчивости откоса.

Оценку устойчивости разрешается выполнять только для низового откоса плотины. Достаточно оценку провести при одном расчётном случае работы плотины: в верхнем бьефе – отметка НПУ; в нижнем бьефе – отметка уровня воды, соответствующая расходу полезных попусков.

При выполнении условия (4.4) делается вывод об устойчивости откоса. Минимальный коэффициент запаса на устойчивость не должен превышать значение допускаемого, соответствующего принятому классу плотины (1,16 для плотин IV класса; 1,21 для III класса; 1,26 для II класса; 1,32 для I класса: приведенные значения нормативных коэффициентов соответствуют основному сочетанию нагрузок) более чем на 10 % [5, 8]. При  $k_{уст} < k_{дон}$  необходимо предложить конструктивные меры по повышению устойчивости откоса, например, увеличить заложение откоса и др.

#### **Методика анализа полученных результатов расчёта и проектирования грунтовой плотины.**

По результатам фильтрационного расчёта полученные общие фильтрационные потери через тело и основание плотины сравнивают с величиной расхода полезных попусков. Если общие потери на фильтрацию значительно меньше величины полезных попусков, то дополнительных противофильтрационных мероприятий не требуется. В противоположном случае следует сделать вывод об их необходимости. Так же по результатам проверки фильтрационной прочности плотины и ее элементов в курсовой работе должны быть сделаны соответствующие выводы. Если все условия выполняются, то фильтрационная прочность комплекса "плотина–основание" обеспечена. Если одно из условий не выполняется, то необходимо привести перечень соответствующих мер для обеспечения фильтрационной прочности элементов плотины (без внесения изменений в конструкцию плотины, принятую в проекте) [21, 26 28, 30, 39].

**Паводковый водосброс** (рис. 4.1 и приложение 4). В курсовой работе предлагается рассмотреть безопасность одного из самых распространённых типов водосбросов при грунтовой плотине – варианта открытого поверхностного берегового водосброса [24, 25, 27-33, 36-40, 42].

Открытый водосброс состоит из трёх основных частей: подходной части с практически горизонтальным дном (подводящего канала с ледозащитным устройством); головной части в виде водосливного порога (шлюз–регулятор или водосливная плотина); транзитной части (сопрягающего сооружения в виде быстротока), концевого устройства и отводящего канала (рис. 4.6).

Гидравлические расчёты открытого поверхностного водосброса следует проводить, используя программы для ПК, имеющиеся на кафедре гидротехнических сооружений, порядок пользования которыми с соответствующими примерами подробно описаны в учебных пособиях [24, 25, 27-29, 39]. В курсовой работе водосливной фронт и другие параметры водосброса проверяются на пропуск максимального (поверочного) расхода, указанного в задании.

Подводящий канал должен обеспечивать пропуск расчётных расходов с равномерным и плавным подводом воды к водосливу. Если скорость потока в канале превышает допустимые по размыву, то дно и откосы его укрепляются каменной наброской или бетонными плитами. Расчёт канала ведётся по формулам гидравлики [24, 25, 28, 30].

Расчётная глубина воды перед водосливным порогом водосброса принимается равной разности отметок ФПУ и порога.

На транзитном участке водосброса сооружения (быстроток с одним или двумя уклонами) рассчитывается кривая свободной поверхности воды и сравнивается после оценки аэрации потока с высотами боковых устоев быстротока.

Водобойный участок за концевым сечением быстротока определяется из условия создания надвинутого прыжка. Даже если по гидравлическим расчётам водобойный колодец не требуется, то целесообразно принять его

конструктивно с глубиной не менее 0,5 м. Для повышения эффективности гашения энергии и борьбы со сбоем потока в нижнем бьефе следует помимо простейших гасителей (водобойного колодца или водобойной стенки) в качестве необходимой меры по обеспечению надвинутого прыжка могут устанавливаться специальные гасители в виде растекателей, шашек, пирсов, зубчатых порогов и т.п., а выходной оголовок делать расширяющимся в плане.



#### **4.4.2.1. Оценка безопасности плотины из грунтовых материалов**

Оценка безопасности плотины из грунтовых материалов начинается со сравнения одного из наиболее значимых для безопасности плотины количественного диагностического показателя – превышения гребня плотины над расчетными уровнями верхнего бьефа (НПУ ФПУ), который принят по результатам обследования сооружения и приведен в исходных данных (см. рис. 4.2), с его предельным значением – критерием безопасности, который определяется в соответствии с современными нормами [8, 10, 21, 28, 29, 39]. Определение критерия безопасности по превышению гребня плотины над расчетными уровнями верхнего бьефа, как и все дальнейшие расчеты, осуществляется с использованием соответствующей программы расчета, установленной на компьютерах кафедры и предоставляемой также для персонального использования вне стен университета.

После ввода исходных данных процесс расчета занимает доли секунды. Затем исходные данные и результаты расчета, включая промежуточные, переносятся в пояснительную записку в формате Word (формат листа А4, размер полей: верхнее и нижнее по 2 см, левое – 2,5 см, правое – 1,5 см; гарнитура шрифта – Times New Roman, кегль – 14). Вставку данных и результатов расчета в Word следует производить в растровом формате, как это показано на рис. 4.2 и 4.3. Вставка в растровом формате осуществляется после краткого описания в формате Word необходимых теоретических пояснений по соответствующему разделу.



Проверка достаточности превышения (запаса) гребня грунтовой плотины с креплением верхового откоса бетонными плитами			
Кафедра ГТС		Студент	
Автор В.И.Волков		Вариант №	
$\nabla_{\text{сп}} = \nabla_{\text{пу}} + h_s$		$h_s = \Delta h_{\text{сет}} + h_{\text{рун}1\%} + a$	
Расчетное превышение гребня в метрах при НПУ=2.17		Превышение гребня грунтовой плотины является	
Расчетное превышение гребня в метрах при ФПУ=1.44		<b>достаточным</b>	
Исходные данные			
	НПУ	ФПУ	
Отметка расчетного уровня, м	184.6	185.3	
Отметка дна, м	170	170	
Длина разгона ветровой волны L, м	1050	1080	
Угол между осью водохранилища и направлением ветра α, град	0	0	
Скорость ветра V <sub>W</sub> , м/с	27.0	16.0	
Заложение верхового откоса	3	3	
Обеспеченность по накату (в %), P=	1	1	
Фактический запас гребня плотины над расчетным уровнем в месте минимальной отметки гребня, h <sub>с, факт</sub> , м	2.2	1.5	

Рисунок 4.2 - Расчетная схема и исходные данные для расчета критерия безопасности по превышению гребня плотины над расчетными уровнями верхнего бьефа (НПУ, ФПУ)

Требуемый запас гребня над расчетным уровнем $h_s = \Delta h_{\text{сет}} + h_{\text{рун}1\%} + a$	2.17	1.44	
Оценка достаточности превышения гребня грунтовой плотины над НПУ и ФПУ			
Фактическое превышение гребня плотины над расчетным уровнем в месте минимальной отметки гребня, h <sub>с, факт</sub> , м	2.20	1.50	
Достаточность превышения гребня	Достаточное	Достаточное	
Общий вывод	Превышение гребня грунтовой плотины является		
	<b>достаточным</b>		
Величина досыпки гребня не менее	0.00	0.00	м
Необходима досыпка гребня не менее, чем на	0.00		м

Рисунок 4.3 - Результаты расчета критерия безопасности по превышению гребня плотины над расчетными уровнями верхнего бьефа (НПУ, ФПУ) и достаточности фактического значения диагностического показателя

Далее определяется требуемая высота плотины и устанавливается в соответствии с таблицей 1 [3] класс опасности сооружения, который затем корректируется, в случае необходимости, по размеру ущерба при аварии плотины.

Вышеописанная технология проведения расчетов с помощью программных продуктов и представления результатов в пояснительной записке в основном остается неизменной и при оценке безопасности плотины по другим параметрам.

В курсовой работе должна быть также рассмотрена безопасность плотины по следующим показателям:

Проверка достаточности толщины крепления верхового откоса [21, 28, 29, 39] плотины.

После проведения фильтрационных расчетов [21, 26, 28, 29, 39] (установления положения кривой депрессии и фильтрационных потерь через тело и основание плотины) оценивается минимальное расстояние от поверхности низового откоса до кривой депрессии (фактическое значение диагностического показателя), которое сравнивается с нормативным значением глубины промерзания (критерий безопасности).

Производится сравнение фактического положения кривой депрессии (по данным пьезометров) с проектным положением (критерий безопасности), рассчитанном по программе.

В этом же разделе проводится проверка допустимости величины фильтрационных потерь (за фактическое значение принимается величина, приведенная в исходных данных) по сравнению с проектным значением (критерий безопасности – величина, полученная в результате расчета).

Оценка общей фильтрационной прочности тела и основания [21, 26, 28, 29, 39] плотин осуществляется путем сравнения фактических градиентов фильтрационного потока, получаемых расчетом, с допустимыми значениями (критериями безопасности), зависящими от типа грунтов.

Оценка устойчивости откосов плотин [21, 28, 39] производится путем сравнения фактических заложений верхового и низового откосов плотины (приводятся в исходных данных) с проектными значениями или по заданию ведущего преподавателя путем сравнения фактического (расчетного) коэффициента устойчивости низового откоса для одного из расчетных случаев (отметка НПУ в верхнем бьефе и отметка полезных попусков в нижнем бьефе) с нормативным коэффициентом устойчивости (критерий безопасности).

Каждое сравнение диагностического показателя с критерием безопасности должно сопровождаться выводом о безопасности плотины по этому показателю.

В конце раздела формируется сводная таблица по рассмотренным диагностическим показателям. Форма дана в нижеприведенной таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Сводная таблица сравнения диагностических показателей и критериев безопасности по плотине из грунтовых материалов

№	Наименование диагностического показателя	Ед. измерения	Фактическое значение показателя	Критерий безопасности	Вывод об обеспечении безопасности по показателю	Уровень безопасности по показателю
1.	Превышение гребня плотины над НПУ	м	2,10	2,15	обеспечена	нормальный
2.	Превышение гребня плотины над ФПУ	м	1,50	1,46	обеспечена	нормальный
3.	Толщина крепления	м	0,1	0,058	обеспечена	нормальный
4.	Положение кривой депрессии по минимальному расстоянию относительно низового откоса в сравнении с глубиной промерзания	м	3,8	1,8	обеспечена	нормальный
5.	Фильтрационная прочность тела плотины		0,37	2,61	обеспечена	нормальный
6.	Фильтрационная прочность основания плотины		0,18	0,7	обеспечена	нормальный
7.	Устойчивость верхового откоса (заложение откоса)		3,1	3,0	обеспечена	нормальный
8.	Устойчивость низового откоса (заложение откоса)		2.1	2	обеспечена	нормальный

По результатам анализа показателей сводной таблицы делается вывод об уровне безопасности плотины из грунтовых материалов.

#### 4.4.2.2. Оценка безопасности водосброса

В курсовой работе принимается, что реализован вариант регулируемого поверхностного берегового водосброса (рис.4.1, приложение 4), для которого проводится проверка достаточности принятых размеров элементов водосброса (фактических диагностических показателей, приводимых в исходных данных) при пропуске поверочного расхода, в частности производится проверка:

- достаточности пропускной способности входного оголовка водосброса в условиях пропуска поверочного расхода;
- достаточности высоты боковых стенок водосброса на различных участках при пропуске поверочного расхода;
- достаточности высоты боковых устоев водобоя водосброса, его длины и отметки фундаментной плиты для обеспечения надвинутого прыжка при пропуске поверочного расхода;
- величины размывов за рисбермой при пропуске поверочного расхода с допускаемыми значениями.

После выполнения каждого соответствующего расчета и сравнения делаются выводы. При неблагоприятных условиях работы элементов водосброса разрабатываются и приводятся в пояснительной записке мероприятия по обеспечению необходимых условий безопасного пропуска водосбросом поверочного расхода. В этом случае проводятся расчеты с целью определения требуемых параметров элементов водосброса.

В том, что касается алгоритма проведения расчетов и выполнения сравнения диагностических показателей с критериями безопасности, то он остается таким же, как это описано в разделе, посвященном оценке безопасности грунтовой плотины. Для иллюстрации ниже приведены необходимые данные для составления пояснительной записки, касающиеся достаточности пропускной способности входного оголовка водосброса в условиях пропуска поверочного расхода.

В работе размеры элементов берегового регулируемого водосброса приняты по расчету на основной расчетный расход  $Q_{осн}$ .

Принятые размеры элементов водосброса проверяются на возможность пропуска поверочного расхода  $Q_{нов}$ , который приведен в исходных данных с учетом пропускной способности других водопропускных сооружений гидроузла.

Расчет начинается с ввода исходных данных (из файла исходных данных в соответствии с номером варианта) в программу. Пример введенных в программу исходных данных приведен на рис. 4.4, а расчетная схема – на рис. 4.5.

Параметр	Значение	Ед. изм.
Отметка ФПУ	<b>185.3</b>	
Поверочный расход водосброса, $Q_{нов}$	<b>149</b>	м <sup>3</sup> /с
Отметка нижнего бьефа при $Q_{нов}$	<b>173.7</b>	
Отметка дна отводящего русла (реки)	<b>170</b>	
<b>Регулятор водосброса:</b>		
Количество пролетов	<b>3</b>	
Ширина пролетов	<b>4</b>	м
Толщина быков	<b>1.1</b>	м
Отметка порога регулятора	<b>181.30</b>	м
Коэффициент расхода водослива	<b>0.36</b>	
<b>Подводящий канал:</b>		
Ширина канала	<b>19</b>	м
Отметка дна канала	181.30	м
Уклон канала, $i$	<b>0</b>	
Заложение откосов канала	<b>2</b>	
Расширение канала в плане	<b>0</b>	град

Рисунок 4.4 - Исходные данные, введенные в программу расчета достаточности пропускной способности входного оголовка водосброса

После ввода исходных данных программа выдает результаты расчета в автоматическом режиме (при расчете других показателей требуется кликнуть мышью по кнопкам управления (включения исполняющих программы макросов) с надписью "Расчет". Пример расчетной схемы, полученных результатов расчета и выводов по результатам расчета приведен на рис. 4.5 и 4.6.

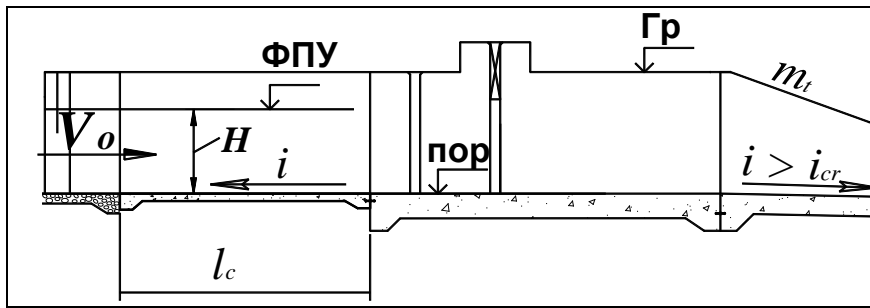


Рисунок 4.5 - Расчетная схема регулятора водосброса

Скорость потока в канале при подходе к водосливу		1.44	м/с
Коэффициент бокового сжатия	$\varepsilon = 1 - a \frac{H_o}{H_o + b}$	= 0.95	
Коэффициент подтопления		= 1.00	
Пропускная способность при ФПУ составит	$Q = \varepsilon m n b_{np} \sqrt{2 g H_0^{3/2}} \sigma_n$	= 150.1	м <sup>3</sup> /с
Пропускная способность регулятора	150.1	>	149.0
обеспечивается, при этом поверочный расход будет пропущен при ФПУ, сниженном примерно до отметки:			
		185.28	м
при необходимом напоре на пороге, $H$		3.98	м
и снижении уровня ФПУ на		0.02	м

Рисунок 4.6 - Результаты расчета достаточности пропускной способности входного оголовка водосброса

В конце раздела формируется сводная таблица по рассмотренным диагностическим показателям. Форма дана в нижеприведенной таблице 4.2.

Таблица 4.2 – Сводная таблица сравнения диагностических показателей и критериев безопасности по водосбросу

№	Наименование диагностического показателя	Ед. изм.	Фактическое значение показателя	Критерий безопасности	Вывод об обеспечении безопасности	Уровень безопасности
1.	Пропускная способность регулятора	м <sup>3</sup> /с	150.1	149.0	обеспечена	нормальный
2.	Дополнительная форсировка уровня верхнего бьефа (сверх ФПУ)	м	-0,02	0,0	обеспечена	нормальный
3.	Высота боковых стен на 1-ом участке в начале в середине в конце	м	5.26 1,7 1,5	2,38 1,36 1,17	обеспечена	нормальный
4.	Высота боковых стен на 2-ом участке в начале в середине в конце	м	1,5 1,5 1,5	1,17 0,92 0,82	обеспечена	нормальный
5.	Сопряжение с нижним бьефом (проверка отметки водобоя – вид прыжка)		169.0	169.0	обеспечена	нормальный
6.	Сопряжение с нижним бьефом (проверка достаточности длины водобоя)	м	16	14,78	обеспечена	нормальный
7.	Размывы за рисбермой (отношение глубины размыва к бытовой глубине)		0,48	0,5	обеспечена	нормальный



По результатам анализа показателей сводной таблицы делается вывод об уровне безопасности водосброса.

После установления данных об уровнях безопасности плотины и водосброса проводится анализ уровня безопасности гидроузла в целом с учетом взаимного влияния значимых диагностических показателей плотины и водосброса в случае их несоответствия критериям безопасности.

#### 4.4.2.3. Расчет параметров волны прорыва при разрушении плотины

В курсовой работе из возможных различных сценариев аварии принимается в качестве наиболее вероятного и одновременно наиболее тяжелого по последствиям сценарий аварии, при котором вследствие невозможности подъема одного затвора водосброса произошел подъем уровня воды в водохранилища выше отметки ФПУ с переливом через гребень плотины в месте его наибольшего понижения с образованием прорана в теле плотины.

Ширина прорана ( $B$ ) и время ( $T$ ) его формирования определяется по зависимостям Прудовского В.М.

Максимальная глубина затопления в расчетном створе может быть определена по эмпирической формуле В.И. Волкова:

$$h_{\max} = 0,34H_0 \left(\frac{x}{H_0}\right)^{-0,13} \quad (4.3)$$

где  $H_0$  – глубина перед плотиной в начале аварии, м;

$x$  – расстояние от плотины до расчетного створа.

Результаты расчета представляются в виде таблицы 4.3.

Таблица 4.3 – Результаты расчета максимальной глубины затопления в створах

№ створа	Расстояние $x$ , м	$H_0$ , м	$x/H_0$ , км/м	$h_{\max}/H_0$	Глубина $h_{\max}$ , м
1	500	16.8	0.03	0.54	9.02
2	1 000	16.8	0.06	0.49	8.24
3	2 000	16.8	0.12	0.45	7.53
4	3 000	16.8	0.18	0.43	7.15
5	5 000	16.8	0.30	0.40	6.69

Полученные для каждого расчетного створа значения максимальных глубин затопления наносятся на топографическую основу следующим образом:

1. Определяется отметка дна реки в каждом расчетном створе ( $\nabla_{\text{дна}}$ );

2. К найденной отметке прибавляем значение максимальной глубины затопления ( $h_{\text{max}}$ ), найденное на предыдущем этапе расчета и получаем максимальную отметку затопления для каждого  $n$ -го створа ( $\nabla_{\text{зат}}$ ):

$$\nabla_{\text{зат}} = \nabla_{\text{дна}} + h_{\text{max}}. \quad (4.4)$$

Результаты расчета представляются в виде таблицы 4.4.

Таблица 4.4 – Результаты расчета отметки затопления в створах

№ створа	Расстояние $x$ , м	Уклон реки	Отметка дна в створе	Глубина $h_{\text{max}}$ , м	Отметка затопления, м
1	500	0.0004	169.8	9.02	178.82
2	1000	0.0004	169.6	8.24	177.84
3	2000	0.0004	169.2	7.53	176.73
4	3000	0.0004	168.8	7.15	175.95
5	5000	0.0004	168	6.69	174.69

Границы зон сильного, среднего и слабого разрушения в каждом расчетном створе определяем при помощи таблиц 7.1 – 7.3 (приложение 7) в зависимости от типа объектов, попавших в зону затопления, и находим соответствующие граничные отметки с нанесением их в пределах рассматриваемого объекта на графическом приложении курсовой работы.

#### 4.4.2.4. Оценка вероятного вреда при прорыве напорного фронта плотины

При оценке вероятного вреда при прорыве напорного фронта плотины производится определение следующих видов ущерба:

А. В нижнем бьефе плотины:

Определение ущерба основным производственным фондам.

Определение ущерба готовой продукции предприятий.

Определение ущерба элементам транспорта и связи.

Определение ущерба жилому фонду и имуществу граждан.

Определение числа погибших и пострадавших при возникновении гидродинамической аварии и определение социального ущерба.

Ущерб сельскохозяйственному производству.

Ущерб лесному хозяйству.

Ущерб окружающей природной среде.

Б. В верхнем бьефе плотины:

Ущерб водоснабжению населенных пунктов.

Ущерб объектам водного транспорта.

Ущерб рыбному хозяйству.

В курсовой работе необходимо придерживаться следующего порядка расчета различных видов ущербов:

Кратко излагается методика расчета ущерба [19].

Определяются необходимые статистические показатели.

В соответствии с графическим приложением к курсовой работе устанавливаются параметры (площади, длины) объектов, попадающих в зоны сильных, средних и слабых разрушений.

Исходные данные вносятся в программу расчета каждого из видов ущерба (программы расчета установлены на компьютерах кафедры ГТС).

Результаты расчета переносятся в пояснительную записку.

В общем виде вероятный вред от аварии на ГТС (по основным составляющим) определяется как сумма [19, 23]:

$$I_{\text{общ}} = I_{\text{соц}} + I_1 + I_2 + I_3 + I_4 + I_5 + I_6 + I_7 + I_8 + I_9 + I_{10} + I_{11} + I_{12}, \quad (4.5)$$

где  $I_{\text{общ}}$  – общий ущерб от аварии ГТС;

$I_{\text{соц}}$  – социальный ущерб;

$I_1$  – ущерб производственным фондам;

$I_2$  – ущерб готовой продукции предприятий;

$I_3$  – ущерб элементам транспорта и связи;

$I_4$  – ущерб жилому фонду и имуществу граждан;

$I_5$  – расходы на ликвидацию последствий аварии;

$I_6$  – ущерб сельскохозяйственному производству;

$I_7$  – ущерб от потери леса, как сырья;

$I_8$  – ущерб, вызванный нарушением водоснабжения;

$I_9$  – ущерб объектам водного транспорта;

$I_{10}$  – ущерб рыбному хозяйству;

$I_{11}$  – ущерб природной среде;

$I_{12}$  – прочие виды ущерба.

Расчет отдельных составляющих вероятного вреда приведен ниже (в качестве примера применительно к определению ущерба производственным фондам).

Определение ущерба производственным фондам производится по формуле:

$$I_1 = I_{oc} + I_{об}, \quad (4.6)$$

где  $I_{oc}$  – ущерб основным производственным фондам;

$I_{об}$  – ущерб оборотным производственным фондам;

Определение ущерба основным производственным фондам  $I_{oc}$  производится по формуле:

$$I_{oc} = C_{oc(фон)} \cdot (S_1 \cdot K_1 \cdot П_1 + S_2 \cdot K_2 \cdot П_2 + S_3 \cdot K_3 \cdot П_3), \quad (4.7)$$

где  $I_{oc}$  – ущерб основным производственным фондам;

$C_{oc(фон)}$  – общая балансовая стоимость основных производственных фондов субъекта Российской Федерации, отнесенная к единице его территории;

$$C_{oc(фон)} = (C - C_1) / S; \quad (4.8)$$

при невозможности определить  $C_{oc(фон)}$  на момент выполнения расчетов рекомендуется пользоваться формулой:

$$C_{oc(фон)} = A^n (C - C_1) / S; \quad (4.9)$$

$C$  – общая балансовая стоимость основных производственных фондов по данным Госкомстатом России (определяется по Российскому статистическому ежегоднику, как правило, года издания, предшествующего году выполнения расчета);

$A$  – коэффициент годового темпа роста основных фондов; определяется по формуле:

$$A = C_x / C_{x-1}; \quad (4.10)$$

$C_x$  – балансовая стоимость основных производственных фондов субъекта федерации за последний год, указанный в выпуске статистического ежегодника;

$C_{x-1}$  – балансовая стоимость основных производственных фондов субъекта федерации за предыдущий год, указанный в выпуске статистического ежегодника;

$n$  – число лет между последним годом оценки в статистическом ежегоднике и годом выполнения расчетов;

$C_1$  – общая балансовая стоимость основных производственных фондов объектов транспорта и связи;

$S$  – площадь территории субъекта Федерации;

$S_1; S_2; S_3$  – площадь соответственно зон сильных, средних и слабых разрушений.

Промышленная зона № 1:

$$S_1 = 0,1 \text{ км}^2;$$

$$S_2 = 0,2 \text{ км}^2;$$

$$S_3 = 0,5 \text{ км}^2.$$

$K_1; K_2; K_3$  – степень разрушения в зонах сильных, средних и слабых разрушений;

$\Pi_1; \Pi_2; \Pi_3$  – коэффициент концентрации основных фондов на территории зон соответственно сильных, средних и слабых разрушений;

$$\Pi_i = P_i / P_{фон}; \quad (4.11)$$

$P_i$  – плотность населения в зонах соответственно сильных ( $i=1$ ), средних ( $i=2$ ) и слабых ( $i=3$ ) разрушений;

$P_{фон}$  – средняя плотность населения по субъектам Федерации.

При  $\Pi_1 = \Pi_2 = \Pi_3$  формула (7.1) имеет вид:

$$I_1 = C_{oc(фон)} \cdot \Pi \cdot (S_1 \cdot K_1 + S_2 \cdot K_2 + S_3 \cdot K_3); \quad (4.4 \text{ а})$$

Степень разрушения (коэффициент степени утраты основных фондов предприятий) по зонам принята следующая:

- зона сильных разрушений –  $K_1 = 0,7$ ;

- зона средних разрушений –  $K_2 = 0,3$ ;
- зона слабых разрушений –  $K_3 = 0,1$ .

### Определение ущерба основным производственным фондам

Исходные данные			Год расчета вреда
Параметр	На год	Ед. изм.	2017
Субъект федерации			Моск. обл.
Общая балансовая стоимость основных производственных фондов по данным Госкомстата России $C_x$	2015	млн.руб.	<b>6 635 124</b>
Общая балансовая стоимость основных производственных фондов по данным Госкомстата России в предыдущем году $C_{x-1}$	2014	млн.руб.	<b>6 073 000</b>
Общая балансовая стоимость основных производственных фондов объектов транспорта и связи по данным Госкомстата России $C_I$	2015	млн.руб.	<b>402 400</b>
Общая балансовая стоимость основных производственных фондов объектов транспорта и связи в предыдущем году $C_{I(x-1)}$	2014	млн.руб.	<b>376 300</b>
Коэффициент годового темпа роста основных фондов	2015/ 2014		1.0925612
Площадь территории, $S$	2016	тыс. км <sup>2</sup>	<b>44.3</b>
Численность населения	2016	тыс. чел.	<b>7318.6</b>
Плотность населения по субъекту федерации, $P_{фон}$	2016	чел./км <sup>2</sup>	165.21
Площадь территории сильных разрушений, $S1$		км <sup>2</sup>	<b>0.1</b>
Площадь территории средних разрушений, $S2$		км <sup>2</sup>	<b>0.2</b>
Площадь территории слабых разрушений, $S3$		км <sup>2</sup>	<b>0.5</b>
Плотность населения в зоне сильных разрушений, $P1$		чел/км <sup>2</sup>	120
Плотность населения в зоне средних разрушений, $P2$		чел/км <sup>2</sup>	120
Плотность населения в зоне слабых разрушений, $P3$		чел/км <sup>2</sup>	120

Коэффициент концентрации основных фондов на территории зон, соответственно, сильных, средних и слабых разрушений:

П1 в зоне сильных разрушений	0.73
П2 в зоне средних разрушений	0.73
П3 в зоне слабых разрушений	0.73

Общая балансовая стоимость основных производственных фондов субъекта Российской Федерации, отнесенная к единице его территории  $C(\text{фон})$ :

$$C_{\text{фон}} = A^n (C - C1)/S \quad (4.12)$$

$C_{\text{фон}} =$	183,5	млн.руб./км <sup>2</sup>
--------------------	-------	--------------------------

Ущерб основным производственным фондам  $I_{осн}$ :

$$I_{ос} = C_{\text{фон}} \cdot (S_1 \cdot K_1 \cdot П_1 + S_2 \cdot K_2 \cdot П_2 + S_3 \cdot K_3 \cdot П_3) \quad (4.13)$$

$I_{ос} =$	24,0	млн.руб.
------------	------	----------

Ущерб оборотным фондам  $I_{об}$ :

$$I_{об} = 0.05 I_{ос} \quad (4.14)$$

$I_{об} =$	1,2	млн.руб.
------------	-----	----------

Ущерб производственным фондам  $I_1$ :

$$I_1 = I_{ос} + I_{об}$$

$I_1 =$	25,2	млн.руб.
---------	------	----------

После расчета всех составляющих вреда заполняется сводная таблица ущербов (табл. 4.5) и устанавливается полный размер вероятного вреда при аварии плотины с прорывом напорного фронта.

Таблица 4.5 – Сводная таблица ущербов в результате аварии плотины

Виды ущерба		Ущерб, млн.руб.
$I_{соц}$	Социальный ущерб	<b>13.871</b>
$I_1$	Производственных фондам	<b>25.190</b>
$I_2$	Готовой продукции предприятий	<b>0.032</b>
$I_3$	Элементом транспорта и связи	<b>1.465</b>
$I_4$	Жилому фонду и имуществу граждан	<b>58.342</b>
$I_5$	Расходы на ликвидацию последствий аварии	17.006

Виды ущерба		Ущерб, млн.руб.
	$I_5 = 0,2 \cdot (I_1 + I_2 + I_3 + I_4)$	
<b><math>I_6</math></b>	Сельскохозяйственному производству	<b>0.3</b>
<b><math>I_7</math></b>	Лесному хозяйству от потери леса как сырья	<b>0.018</b>
<b><math>I_8</math></b>	Водоснабжению населенных пунктов	<b>0.0001</b>
<b><math>I_9</math></b>	Объектам водного транспорта	<b>0.4</b>
<b><math>I_{10}</math></b>	Рыбному хозяйству	<b>6.72</b>
<b><math>I_{11}</math></b>	Ущерб природной среде	<b>0.0966</b>
<b><math>I_{12}</math></b>	Прочие виды реального ущерба $I_{12} = 0,1 \cdot (I_1 + I_2 + I_3 + I_4 + I_5 + I_6 + I_7 + I_8 + I_9 + I_{10} + I_{11})$	10.947
<b><math>I_{общ}</math></b>	<b>Полный ущерб от аварии</b> $I_{общ} = I_{соц} + I_1 + I_2 + I_3 + I_4 + I_5 + I_6 + I_7 + I_8 + I_9 + I_{10} + I_{11} + I_{12}$	134.398

#### 4.4.2.5. Оценка масштаба ЧС при прорыве напорного фронта плотины

Масштаб ЧС оценивается в соответствии с [5]. В рассмотренном в примере масштаб ЧС при возможной аварии плотины будет иметь региональный характер, т.к. полный ущерб от аварии составит 134 398 000 рублей.

#### 4.4.3. Разработка заключения

Основное назначение заключения – резюмировать содержание курсовой работы, подвести итоги проведенных расчётов, соотнеся их с целью и задачами, поставленными в начале курсового проектирования, сформулированными во введении. В нём должны быть указаны выводы и приведены рекомендации относительно возможностей использования материалов курсовой работы.

#### 4.4.4. Составление библиографического списка

В библиографический список включаются источники, которые непосредственно использовались при выполнении курсовой работы и на которые есть ссылки в тексте пояснительной записки (не менее 10 источников). При этом обязательно присутствие источников, опубликованных в течение последних 3-х ... 5-ти лет.



#### 4.4.5. Приложения

Приложения являются самостоятельной частью работы и оформляются при необходимости. В приложениях курсовой работы помещают материал, дополняющий основной текст:

- графики, диаграммы, результаты проведения лабораторных или натурных исследований, связанных с темой курсовой работы;
- таблицы большого формата, в том числе и листы книги Excel расчёта подпорных и водопропускных сооружений гидроузла по программам, разработанным на кафедре гидротехнических сооружений для ПК, заполненные таблицы из рабочих тетрадей [29].

#### 4.4.6. Дополнительные указания по выполнению курсовой работы

При выполнении курсовой работы все расчёты по сравнению диагностических показателей состояния элементов ГТС с критериями безопасности должны сопровождаться анализом полученных результатов. При этом в случае получения отрицательных результатов (невыполнение критериев безопасности) в пояснительной записке приводятся рекомендации, направленные на обеспечение выполнения критериев безопасности.

На кафедре ГТС имеется комплекс программ на ПК, позволяющих выполнить гидравлические и статические расчёты всех основных элементов грунтовой плотины и открытого берегового водосброса.

Изучение задания начинается с рассмотрения исходных данных совместно с графическим представлением проекта основных сооружений гидроузла с грунтовой плотиной и береговым водосбросом (рис. 4.1).

При изучении принципов использования исходных данных важно понимать следующее. В файле исходных данных, варианты которых выполнены в редакторе электронных таблиц Excel, для первых разделов курсовой работы часть исходных данных является взаимозависимыми, вычисляемыми на основании других параметров, поэтому их прямой перенос (Ctrl+C → Ctrl+V) в программы расчета, основная часть которых выполнена с применением также редактора электронных таблиц Excel, может привести к

ошибкам вставки и некорректной работе программ. Поэтому после копирования исходных данных в буфер обмена (Ctrl+C) они должны вставляться в программы расчета с помощью опции "Специальная вставка" с выбором на выпадающей вкладке: "Только значения". Применение способа вставки исходных данных по одному значению (или простой их набивки), вместо пакетной вставки сразу всех необходимых для работы программ параметров ведет к неоправданным затратам времени и не должно допускаться.

В процессе изучения исходных данных заполняется паспорт гидроузла (см. пример в приложении 5).

## 5. ТРЕБОВАНИЯ ПО ОФОРМЛЕНИЮ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

### 5.1. ОФОРМЛЕНИЕ ТЕКСТОВОГО МАТЕРИАЛА

Пояснительная записка, в соответствии с её структурой, приведённой в таблице 2, начинается с **титульного листа** (образец см. в приложении 1), на котором сообщаются официальные сведения о выполняемой курсовой работе, ее исполнителе, руководителе, даётся наименование направления подготовки и кафедры. Перенос слов на нём не допускается, а точки в конце названий не ставятся. Далее помещается **рецензия** (по усмотрению кафедры и руководителя проектирования) (см. бланк рецензии в приложении 10), **задание на проектирование и аннотация**. Их включают в общую нумерацию страниц, но номера страниц на них не проставляют.

В **аннотации** даётся краткая характеристика курсовой работы с точки зрения его места, значения в учебном процессе и подготовки бакалавра. В ней указывается роль курсовой работы в освоении дисциплины «Безопасность ГТС» для направления подготовки 20.03.01 «Техносферная безопасность» по направленности «Защита в чрезвычайных ситуациях», направленность курсовой работы и краткое содержание работ, выполненных в нём.

Затем после содержания располагается **паспорт гидроузла**, в котором должны быть указаны краткие характеристики и основные параметры сооружений (см. приложение 5).

Наряду с результатами расчётов в пояснительной записке к курсовому проекту должны содержаться расчётные схемы, краткое пояснение порядка вычислений, выбранных формул, табличных значений, а также логические рассуждения при оценке отдельных конструктивных элементов ГТС и конкретные выводы по разделам.

Общие требования при оформлении пояснительной записки должны соответствовать требованиям государственных стандартов, действующих на момент выполнения курсовой работы (ГОСТ 7.0.11 – 2011). Текстовый материал представляется печатным способом на одной стороне белой бумаги формата А4 (210x297 мм). Вписывать отдельные слова, символы или формулы в напечатанный текст вручную (пастой, гелем и пр.) не допускается.

Объём записки не должен превышать 40-50 страниц текста без учёта приложения, набранных шрифтом в текстовом редакторе Microsoft Word типа Times New Roman Cyr. Шрифт основного текста: обычный, **размер 14** кегля. Шрифт заголовков разделов (глав): полужирный, размер 16 пт. Шрифт заголовков подразделов: полужирный, размер 14 пт. Цвет шрифта должен быть черным. Межсимвольный интервал – обычный. Межстрочный интервал – **полуторный**. Абзацный отступ – 1,25 см. Поля: с левой стороны – 25 мм; с правой – 10 мм; в верхней части – 20 мм; в нижней – 20 мм. Выравнивание текста по ширине, допускается перенос слов (за исключением заголовков глав и разделов, названий таблиц и рисунков).

Страницы должны быть пронумерованы арабскими цифрами, соблюдая сквозную нумерацию по всему тексту пояснительной записки, включая приложения. Порядковый номер ставится в середине верхнего поля листа без точки. Первой страницей считается титульный лист, но номер страницы на нем не проставляется. Рецензия – страница 2, затем 3 и т.д. Иллюстрации и таблицы на листе формата А3 учитывают как одну страницу.

Главы пояснительной записки к курсовому проекту по объёму должны быть пропорциональными, а каждая глава – начинаться с новой страницы. Главы имеют сквозную нумерацию в пределах работы и обозначаются

арабскими цифрами. В конце заголовка точка не ставится. Если заголовок состоит из двух предложений, их разделяют точкой. Номер подраздела (параграфа) включает номер раздела (главы) и порядковый номер подраздела (параграфа), разделенные точкой. *Например*, 1.1, 1.2 и т.д.

На последней странице курсовой работы ставятся **дата окончания работы и подпись автора**. Законченную работу следует сброшюровать и переплести в папку. Написанную, оформленную в соответствии с требованиями и сброшюрованную в последовательности, представленной в п. 3 (табл. 2), курсовую работу студент регистрирует на кафедре. Срок рецензирования – не более 7 дней.

## 5.2. ОФОРМЛЕНИЕ ССЫЛОК

При написании курсовой работы можно давать внутритекстовые библиографические ссылки, которые оформляются в соответствии с ГОСТ Р 7.0.5. Если делается ссылка на источник в целом, то необходимо после упоминания автора или авторского коллектива, а также после приведенной цитаты работы, указать в квадратных скобках номер этого источника в библиографическом списке. *Например*: В соответствии с требованиями СП 39.13330.2012 отметка гребня плотины должна приниматься для двух расчетных уровней воды (НПУ и ФПУ) с нормативным значением запаса [8].

Допускается библиографическую ссылку заключать в круглые скобки, с указанием авторов и года издания объекта ссылки. *Например*, (Ляпичев, 2008).

Если ссылку приводят на конкретный фрагмент текста документа, в ней указывают порядковый номер и страницы, на которых помещен объект ссылки. Сведения разделяют запятой, заключая в квадратные скобки. *Например*, [24, с. 81].

Допускается оправданное сокращение цитаты – пропущенные слова заменяются многоточием.

### 5.3. ОФОРМЛЕНИЕ ИЛЛЮСТРАЦИЙ

Рисунки оформляют в соответствии с ГОСТ 2.105–95. На все рисунки в тексте должны быть даны ссылки. Расчётные схемы помещаются в тексте в порядке упоминания без соблюдения масштаба.

Рисунки должны располагаться непосредственно после текста, в котором они упоминаются впервые, или на следующей странице. Рисунки нумеруются арабскими цифрами, при этом нумерация сквозная, но допускается нумеровать и в пределах раздела (главы). В последнем случае, номер рисунка состоит из номера раздела и порядкового номера иллюстрации, разделенных точкой. Точка в конце названия рисунка не ставится. *Например:* «Рисунок 1.1 – .....». Подпись к рисунку располагается под ним посередине строки. Слово «Рисунок» пишется полностью. *Например:* «Рисунок 2 – Расчётная схема для определения параметров фильтрационного потока».

При ссылках на иллюстрации следует писать «... в соответствии с рис. 1.2». Независимо от того, какая представлена иллюстрация – в виде схемы, графика, диаграммы, фотографии – подпись всегда должна быть «Рисунок». Схемы, графики, диаграммы (если они не внесены в приложения) должны размещаться сразу после ссылки на них в тексте курсовой работы.

### 5.4. ОБЩИЕ ПРАВИЛА ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ФОРМУЛ

Формулы должны быть оформлены в редакторе формул *Equation Editor* и вставлены в документ как объект в соответствии с ГОСТ 2.105–95.

Нумеруемые, большие, длинные и громоздкие формулы, которые имеют в составе знаки суммы, произведения, дифференцирования, интегрирования, размещают на отдельных строках. Небольшие формулы, не имеющие самостоятельного значения, вписывают внутри строк текста.

Объяснение значений символов и числовых коэффициентов нужно подавать непосредственно под формулой в той последовательности, в которой они приведены в формуле. Значение каждого символа и числового коэффициента нужно приводить с новой строки. Первую строку объяснения начинают со слова «где» без двоеточия.

Выше и ниже каждой формулы нужно оставить не меньше одной свободной строки. Если уравнение не вмещается в одну строку, его следует перенести после знака равенства (=) или после знаков плюс (+), минус (-), умножение.

Нумеровать следует лишь те формулы, на которые есть ссылка в последующем тексте.

Формулы должны нумероваться сквозной нумерацией арабскими цифрами, которые записывают на уровне формулы около правого поля страницы в круглых скобках без точек. При нумерации формул в пределах раздела номер формулы состоит из номера раздела и порядкового номера формулы, разделенных точкой. *Например:* 4.2. Номер, который не вмещается в строке с формулой, переносят ниже формулы, располагая на уровне последней строки.

Формула входит в предложение как его равноправный элемент. Двоеточие перед формулой ставят лишь в случаях, предусмотренных правилами пунктуации: а) в тексте перед формулой обобщающее слово; б) этого требует построение текста, который предшествует формуле. *Например:* Отметку гребня плотины  $\nabla\Gamma_p$  предварительно можно определить по формуле:

$$\nabla\Gamma_p = \nabla\Phi_{ПУ} + h_s, \quad (4.1)$$

где  $\nabla\Phi_{ПУ}$  – отметка форсированного подпорного уровня воды в водохранилище, при которой осуществляется пропуск поверочного расхода паводкового водосброса, м;

$h_s$  – запас гребня плотины над отметкой ФПУ в водохранилище, м.

Знаками препинания между формулами, которые идут одна под одной и не отделены текстом, могут быть запятая или точка с запятой непосредственно за формулой к ее номеру. При ссылке на формулу в тексте ее номер ставят в круглых скобках. *Например:* Из формулы (2.2) следует...

## 5.5. ОФОРМЛЕНИЕ ТАБЛИЦ

На все таблицы в тексте должны быть ссылки. В соответствии с ГОСТ 2.105–95 таблица должна располагаться непосредственно после текста, в котором она упоминается впервые, или на следующей странице.

Все таблицы нумеруются (нумерация сквозная, либо в пределах раздела). В последнем случае номер таблицы состоит из номера раздела и порядкового номера внутри раздела, разделенных точкой. *Например:* Таблица 1.2. Таблицы каждого приложения обозначают отдельной нумерацией арабскими цифрами с добавлением обозначения приложения. *Например:* Приложение 2, табл. 2.

Название таблицы следует помещать над таблицей слева, без абзацного отступа в одну строку с ее номером через тире. *Например:* Таблица 3 – Построение кривой депрессии. При заимствовании таблиц из какого-либо источника оформляется на него сноска.

При переносе таблицы на следующую страницу название помещают только над первой частью. Над другими частями также слева пишут слово «Продолжение» или «Окончание» и указывают номер таблицы. *Например:* Продолжение таблицы 3.

Таблицы, занимающие страницу и более, обычно помещают в приложение. Таблицу с большим количеством столбцов допускается размещать в альбомной ориентации. В таблице допускается применять размер шрифта 12, интервал 1,0.

## 5.6. ОФОРМЛЕНИЕ БИБЛИОГРАФИЧЕСКОГО СПИСКА

### Оформление книг

#### *с 1 автором*

Бройд, И.И. Нетрадиционные гидравлические прикладные задачи и технологии / И.И. Бройд. – М.: Изд-во Ассоциации строительных вузов, 2008. – 256 с.

#### *с 2–3 авторами*

Черных, О.Н. Водопропускные сооружения транспортных магистралей из металлических гофрированных структур/ О.Н. Черных, В.И. Алтунин, М.В. Федотов. – М.: Изд-во МАДИ, 2016. – 304 с.

**с 4 и более авторами**

Козлов, В.Д. Вода или нефть? Создание Единой Водохозяйственной Системы/ В.Д. Козлов [и др.] – М.: МАДИ, 2008.– 456 с.

**Оформление учебников и учебных пособий**

1. Мамонтова, Р.П. Санитарная гидротехника: учебник / Р.П. Мамонтова – М.: Моркнига, 2012. – 496 с.

2. Соболев, И.С. Проектирование плотины из грунтовых материалов: методические указания для выполнения курсовых проектов и выпускных квалификационных работ студентами направления 270100 – «Строительство» и специальности 270104 – «Гидротехническое строительство» / И.С. Соболев, А.Н. Ежков, Е.Н. Горохов – Н.Новгород: ННГАСУ, 2010. – 91 с.

**Оформление учебников и учебных пособий под редакцией**

Использование фонтанов при благоустройстве территорий: уч. пособие /И.С. Румянцев, О.Н. Черных, В.И. Алтунин; под ред. И.С. Румянцева. – М.: Изд-во МГУП, 2006. – 420 с.

**Для многотомных книг**

Штеренлихт, Д.В. Очерки истории гидравлики, водных и строительных искусств. Книга 1. Древний мир / Д.В. Штеренлихт. – М.: Изд-во МГУП, 2000. – 392 с.

**Словари и энциклопедии**

1. Ожегов, С. И. Толковый словарь русского языка / С. И. Ожегов, Н. Ю. Шведова. – М.: Азбуковник, 2000. – 940 с.

2. Мелиоративная энциклопедия / Б. С. Маслов [и др.]. – М.: ФГНУ «Роинформагротех», 2003. – Т. 1(А–К). – 672 с.

**Оформление статей из журналов и периодических сборников**

1. Черных, О.Н. Повышение эффективности гидравлической работы дорожных водопропускных труб / О.Н. Черных, В.И. Алтунин, А.В. Бурлаченко // Природообустройство. – 2016. – №2. – С. 42–48.



2. Карпенко, Н.П. Оценка взаимодействия поверхностных и подземных вод малых рек Московской области для решения проблем экологической реабилитации водных объектов/ Н.П. Карпенко // Проблемы управления водными и земельными ресурсами: материалы Международного научного форума. – М., 2015. Часть 1. – С. 3–13.

3. Bruce, M. McEnroe, Ph.D., P.E. Travis R. Malone Hydraulic resistance of small-diameter helically corrugated metal pipe. Report №. K-Tran: KU-07-5, University of Kansas Lawrence, Kansas, Jan., 2008. – P. 88–93.

4. Chris, R. Magura. Hydraulic Characteristics of Embedded Circular Culverts. A Thesis Submitted to the Faculty of Graduate Studies in Partial Fulfillment for the Degree of MASTER OF SCIENCE. Department of Civil Engineering University of Manitoba Winnipeg, Manitoba. August 2007. – 44 s.

#### **Диссертация**

Баранов, Е.В. Гидравлическое обоснование конструкции объёмной полимерной георешётки с крупнозернистым наполнителем // Е.В. Баранов. – Дисс. ... канд. техн. наук. Москва, 2016. – 233 с.

#### **Автореферат диссертации**

Кловский А.В. Совершенствование конструкций бесплотинных водозаборных гидроузлов с донными циркуляционными порогами на малых горных реках: Автореф. дис. канд. техн. наук: 05.23.07 – М.: 2015. – 34 с.

#### **Описание нормативно-технических и технических документов**

1. ГОСТ Р 7.0.5–2008 «Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления» – Введ. 2009–01–01. - М.: Стандартинформ, 2008. –23 с.

2. Пат. 145030 Российская Федерация, U1 МПК E01F5/00. Противовихревое устройство дорожной водопропускной трубы из гофрированного металла / Алтунин В.И., Черных О.Н., Бурлаченко А.В. и др.; заявитель и патентообладатель МГТУ МАДИ. – №145030; заявл. 10.06.2014; опубл. 10.09. 2014. – Бюл. № 25. – 4 с.

### **Описание официальных изданий**

Конституция Российской Федерации: принята всенародным голосованием 12 декабря 1993 года. – М.: Эксмо, 2013. – 63 с.

### **Электронные ресурсы**

О безопасности гидротехнических сооружений: Федеральный закон от 21.07.1997. № 117–ФЗ. (с изменениями). [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <http://focdoc.ru/article/a-43.html> (Дата обращения: 16.05.2014).

## **5.7. ОФОРМЛЕНИЕ ГРАФИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ**

Графическая часть курсовой работы выполняется в виде иллюстративного материала (чертежи и расчётные схемы) в тексте пояснительной записки и одного листа графического приложения в виде склеенных между собой отдельных фрагментов топографии территории нижнего бьефа (каждый из которых имеет формат А4 с альбомном расположением листа) в карандаше, в т.ч. с использованием карандашей различного цвета, или с помощью ПК в AutoCAD. Требования к оформлению графической части курсовой работы изложены в стандартах ЕСКД: ГОСТ 2.302–68\* «Масштабы»; ГОСТ 2.303–68\* «Линии»; ГОСТ 2.304–81\* «Шрифты», ГОСТ 2.305–68\*\* «Изображения – виды, разрезы, сечения» и т. д. Основная надпись на чертежах выполняется по ГОСТ 2.104–68\*. Оформление основной надписи листа выполняется в соответствии с ГОСТ Р 21.1101–2013 СПДС.

Компоновка графической части и степень детализации элементов на листе и на форматках в пояснительной записке устанавливаются студентом при консультации с преподавателем и утверждаются руководителем. Склеенный из двух листов формата А4 лист с топографическим планом и нанесенной на него зоной затопления вставляется в альбомном виде перед библиографическим списком.

## **5.8. ОФОРМЛЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЙ**

Каждое приложение в соответствии с ГОСТ 2.105–95 следует начинать с новой страницы с указанием наверху посередине страницы слова

"Приложение" и его обозначения. Приложение должно иметь заголовок, который записывают симметрично относительно текста с прописной буквы отдельной строкой, и общую с остальной частью документа сквозную нумерацию страниц.

После слова "Приложение" следует буква (или цифра), обозначающая его последовательность. Приложения обозначают заглавными буквами русского алфавита, начиная с А, за исключением букв Ё, З, Й, О, Ч, Ъ, Ы, Ь. Допускается использование для обозначения приложений арабских цифр.

Приложения допускается оформлять помимо формата А4 на листах формата А3, А2, А1 по ГОСТ 2.301.

### **5.9. ТРЕБОВАНИЯ К ЛИНГВИСТИЧЕСКОМУ ОФОРМЛЕНИЮ КУРСОВОЙ РАБОТЫ**

Пояснительная записка к курсовой работе должна быть написана логически последовательно, литературным языком. Повторное употребление одного и того же слова, если это возможно, допустимо через 50...100 слов. При написании текста не рекомендуется вести изложение от первого лица единственного числа: «я наблюдал», «я считаю», «по моему мнению» и т.д. Корректнее использовать местоимение «мы». Допускаются обороты с сохранением первого лица множественного числа, в которых исключается местоимение «мы», то есть фразы строятся с употреблением слов «рассчитываем», «устанавливаем», «имеем». Можно использовать выражения «на наш взгляд», «по нашему мнению», однако предпочтительнее выражать ту же мысль в безличной форме, например:

- *изучение опыта строительства и эксплуатации гидротехнических сооружений свидетельствует о том, что ...,*
- *проведенные расчёты подтвердили...;*
- *установлено, что;*
- *можно сделать вывод о том, что;*
- *необходимо рассмотреть, дополнить;*
- *в работе рассматриваются, анализируются...*

При написании курсовой работы необходимо пользоваться языком научного изложения. Здесь могут быть использованы следующие слова и выражения:

- для указания на последовательность развития мысли и временную соотнесённость:
  - *прежде всего, сначала, в первую очередь;*
  - *во-первых, во-вторых, и т. д.;*
  - *затем, далее, в заключение, итак, наконец;*
  - *до сих пор, ранее, до настоящего времени;*
  - *в последние годы, десятилетия;*
- для сопоставления и противопоставления:
  - *однако, в то время как, тем не менее, но, вместе с тем;*
  - *как..., так и...;*
  - *с одной стороны..., с другой стороны, не только..., но и;*
  - *по сравнению, в отличие, в противоположность;*
- для указания на следствие, причинность:
  - *таким образом, следовательно, итак, в связи с этим;*
  - *отсюда следует, ясно;*
  - *это позволяет сделать вывод, заключение;*
  - *свидетельствует, говорит, дает возможность;*
  - *в результате;*
- для дополнения и уточнения:
  - *помимо этого, кроме того, также и, наряду с..., в частности;*
  - *главным образом, особенно, именно;*
- для иллюстрации сказанного:
  - *например, так;*
  - *приведем пример;*
  - *подтверждением выше сказанного является;*
- для ссылки на предыдущие высказывания, мнения, исследования и т.д.:
  - *было установлено, рассмотрено, выявлено, проанализировано;*

- *аналогичный, подобный, идентичный анализ, результат;*
- для введения новой информации:
  - *рассмотрим следующие случаи;*
  - *остановимся более детально на...;*
- для выражения логических связей между частями высказывания:
  - *как показал анализ, как было сказано выше;*
  - *на основании полученных данных;*
  - *проведенные расчёты позволяют сделать вывод.*

Часто употребляются составные подчинительные союзы и клише:

- *поскольку, благодаря тому что, в соответствии с...;*
- *в связи, в результате;*
- *при условии, что, несмотря на...;*
- *наряду с..., в течение, в ходе, по мере.*

## **6. ПОРЯДОК ЗАЩИТЫ КУРСОВОЙ РАБОТЫ**

К защите представляется сброшюрованная пояснительная записка по курсовому проекту вместе с заданием и графический материал в виде листа, вшитого в пояснительную записку. Курсовая работа регистрируется на кафедре, подписывается к защите ведущим преподавателем после проверки и завершения его оформления. Незачтённая работа должна быть доработана в установленные сроки и сдана на проверку повторно.

Комиссия по защите курсовых проектов, состоящая из трёх преподавателей, включая руководителя проектирования, заслушивает работы, которые получили положительную рецензию. Защита курсовой работы производится публично в присутствии студентов, защищающих проекты в этот день.

Защита курсовой работы включает:

- краткое сообщение автора об актуальности работы, целях, предмете рассмотрения, результатах расчётов и оценки безопасности;
- вопросы к автору работы, в том числе и рецензента, и ответы на них;

- отзыв руководителя курсового проектирования.

При защите курсовой работы к студентам предъявляются следующие требования:

- необходимо уметь обосновать и защитить принятые в работе решения;
- надо разбираться в произведённых расчётах.

Если при проверке курсовой работы или защите выяснится, что студент не является ее автором, то защита прекращается. Студент будет обязан выполнить курсовую работу по другой теме.

Оценка за курсовую работу является суммарной, учитывающей:

- степень самостоятельности выполнения проекта;
- актуальность и новизну;
- правильность, глубину и качество расчётов и сделанных выводов;
- знание современных подходов на решение рассмотренных в работе вопросов;
- использование периодических изданий по теме;
- качество оформления;
- четкость доклада на защите;
- правильность и адекватность ответов на поставленные комиссией вопросы при защите курсовой работы.

В соответствии с установленными правилами курсовая работа оценивается по следующей шкале:

– на **"отлично"** оценивается работа, в которой студент показал повышенный уровень сформированной компетентности: поставленные в курсовой работе задачи решены в максимальном объёме; доклад при защите сделан уверенно и грамотно; студент правильно и чётко ответил на все поставленные комиссией и рецензентом вопросы; курсовая работа содержит материалы самостоятельных обследований, натуральных или лабораторных исследований; материалы курсовой работы могут найти реальное практическое применение; выводы и подтверждающие их расчёты выполнены лично автором; рецензент предлагает оценить проект на «отлично».

– на **"хорошо"** оценивается работа, в которой студент показал достаточный уровень сформированной компетенции: курсовая работа в целом раскрывает проблему; задачи, поставленные в нём, решены в достаточном объёме; оформление работы, объём, доклад, список использованных источников соответствуют предъявляемым требованиям к курсовым проектам по дисциплине «Безопасность ГТС»; расчёты и выводы выполнены лично автором, логичны и основываются на использовании современной научно-технической и нормативной литературы, однако есть неточности, спорные решения, недостаточно аргументированные предложения; студент недостаточно уверенно и корректно отвечает на задаваемые вопросы; рецензент предлагает оценить работу на «хорошо».

– на **"удовлетворительно"** оценивается работа, в которой студент показал пороговый уровень сформированной компетенции: выполненный курсовая работа хотя и раскрывает заявленную тему, но задачи, поставленные в ней, решены в недостаточно полном объёме; выводы и подтверждающие их расчёты выполнены без должного обоснования, основываются на устаревшей научно-технической и нормативной литературе; доклад сделан неуверенно и ответы на вопросы по нему не достаточно адекватны; рецензент предлагает оценить работу на «удовлетворительно».

– на **"неудовлетворительно"** оценивается работа, в которой студент показал уровень сформированной компетентности ниже порогового: он частично знаком с теоретическими основами предмета, но расчёты содержат грубые ошибки; высока степень заимствования чужих решений, несоответствующих исходным данным проекта; оформление пояснительной записки и графической части не соответствует ГОСТ; студент не может пояснить принятые решения и не отвечает на вопросы комиссии; в рецензии даны принципиальные замечания, на которые выпускник не может дать ответа, либо рецензент предлагают оценить работу не выше «удовлетворительно». В случае неявки на защиту по неуважительной причине курсовая работа так же оценивается «неудовлетворительно».

По итогам защиты за курсовую работу выставляется оценка на титульный лист работы, в экзаменационную ведомость и зачетную книжку студента.

## **7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ КУРСОВОЙ РАБОТЫ**

### **7.1. ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА**

1. Волков, В.И. Оценка безопасности подпорных грунтовых сооружений гидроузла. Учебное пособие / Волков В.И., Черных О.Н., Алтунин В.И. –М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2016. 80 с.
2. Волков, В.И. Оценка условий и последствий прорыва напорного фронта речного гидроузла, Учебное пособие / Волков В.И., Черных О.Н., Алтунин В.И., И.А.Секисова. М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2015. 180 с.
3. Волков, В.И. Оценка вероятного ущерба в результате аварии гидротехнических сооружений при прорыве напорного фронта речного гидроузла. Учебное пособие / Волков В.И., Черных О.Н., Алтунин В.И., Добровольская Е.В. –М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2015. 141 стр.
4. Черных, О.Н. Расчеты сооружений гидроузла с плотиной из грунтовых материалов: Учебное пособие / Черных О.Н., Волков В.И, Алтунин В.И. – М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2015. 203 с.
5. Черных, О.Н. Проведение обследований при оценке безопасности гидротехнических сооружений: учеб. пособие / Черных О.Н., Волков В.И. – М: ФГБНУ «Росинформагротех», 2017. - 160 с.

### **7.2. ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА**

1. Постановление Правительства РФ от 2 ноября 2013 г. № 986 «О классификации гидротехнических сооружений».
2. СП 39.13330.2012 «Плотины из грунтовых материалов» (актуализированная редакция СНиП 2.06.05 – 84\*). 2012
3. СП 58.13330.2012 «Гидротехнические сооружения. Основные положения» (Актуализированная редакция СНиП 33–01–2003). 2012.
4. СП 23.13330.2011 «Основания гидротехнических сооружений» (актуализированная редакция СНиП 2.02.02-85\*). 2012.



5. СП 38.13330.2012 «Нагрузки и воздействия на гидротехнические сооружения (волновые, ледовые и от судов)» (актуализированная редакция СНиП 2.06.04–82\*). 2012.
6. Волков, В.И. Фильтрационные расчеты гидротехнических сооружений. Учебное пособие / Волков В.И. –М.: ФГБОУ ВПО РГАУ-МСХА, 2014 – 102 с.
7. Волков, В.И. Открытые береговые водосбросы. Учебник / Волков В.И., Журавлева А.Г., Черных О.Н., Румянцев И.С., Алтунин В.И. –М.: МГУП, 2012, –244 с.
8. Волков, В.И. Проектирование сооружений гидроузла с грунтовой плотиной: уч. пособие /В.И. Волков, А.Г. Журавлёва, О.Н. Черных. –М.: Изд–во МГУП, 2007. 246 с.
9. Каганов, Г.М. Гидротехнические сооружения: Учебник для техникумов / Г.М. Каганов, И.С. Румянцев. В 2–х кн. –М.: Энергоатомиздат, 1994.

## **8. МЕТОДИЧЕСКОЕ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ КУРСОВОЙ РАБОТЫ**

### **8.1. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ И МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ К КУРСОВОЙ РАБОТЕ**

Желательно в период изучения дисциплины «Безопасность ГТС» и выполнения курсовой работы, кроме работы над учебником и учебными пособиями, осмотреть, если представляется возможность, существующие ГТС. С самого начала изучения дисциплины и работы над курсовым проектом необходимо приучить себя к строгой последовательности в пополнении знаний. Никогда нельзя браться за последующее, не усвоив предыдущее или не выяснив возникшие вопросы у преподавателя.

При выполнении курсовой работы следует большую роль отвести на общение с преподавателем: обязательное посещение консультаций, обсуждение непонятных вопросов в аудитории. Именно на текущих консультациях студент убеждается в правильности принятых им решений.

Начиная заниматься курсовым проектом, необходимо изучить задание и те требования, которые в целом предъявляются к гидроузлу при оценке безопасности его сооружений. Рекомендуется так же ознакомиться с образцами ранее выполненных курсовых работ.

## **8.2 ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОЙ РАБОТЫ**

- комплекс программ в формате Excel расчёта элементов ГТС в рамках выполнения лабораторных работ и разных разделов курсовой работы, разработанные на кафедре гидротехнических сооружений РГАУ–МСХА. 2009 – 2016 гг. [25-27, 29];
- рабочие тетради. Комплекс из 24 тетрадей с программами расчета диагностических показателей состояния и критериев безопасности. М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2016;
- комплекс отечественных и зарубежных программ: Расчет устойчивости земляных откосов, Mike 11, «RIVER», «SV–1», «Волна» и др.;
- базы данных, информационно–справочные и поисковые системы («Кодекс», "Консультант +" и пр.); презентации по различным водным объектам РФ, г. Москвы, Московской области и других регионов России и мира.

## **9. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

1. Основные термины, связанные с безопасностью ГТС
2. Основные нормативно-правовые документы, регламентирующие обеспечение безопасности гидротехнических сооружений.
3. Основные задачи, связанные с анализом безопасности гидротехнических сооружений
4. Основные причины аварий гидротехнических сооружений.
5. Понятие о I и II группах предельных состояний.
6. Диагностические показатели состояния ГТС.
7. Значимые показатели состояния ГТС.

8. Критерии безопасности ГТС.
9. Уровни безопасности ГТС.
10. Основные нагрузки и воздействия. Сочетания нагрузок.
11. Природные и техногенные нагрузки и воздействия, приводящие к повреждениям и авариям гидротехнических сооружений.
12. Группы факторов, учитываемых при оценке безопасности ГТС.
13. Учет взаимного влияния факторов при оценке безопасности ГТС.
14. Сценарии развития аварий на ГТС. Наиболее вероятный и наиболее тяжелый по последствиям сценарии аварий.
15. Сценарии развития аварий с прорывом напорного фронта грунтовой плотины при наличии в составе гидроузла трубчатых водопропускных сооружений.
16. Сценарии развития аварий с прорывом напорного фронта грунтовой плотины при наличии в составе гидроузла открытых водосбросов.
17. Повреждения грунтовых плотин (их гребня, откосов). Виды повреждений. Степень значимости повреждений для безопасности плотин.
18. Оценка безопасности грунтовых плотин. Основные значимые количественные и качественные диагностические показатели и критерии безопасности.
19. Повреждения открытых водопропускных сооружений. Виды повреждений. Степень значимости повреждений для безопасности сооружений.
20. Оценка безопасности открытых водопропускных сооружений. Основные значимые количественные и качественные диагностические показатели и критерии безопасности.
21. Повреждения закрытых (трубчатых) водопропускных сооружений. Виды повреждений. Степень значимости повреждений для безопасности сооружений.

22. Оценка безопасности трубчатых водопропускных сооружений. Основные значимые количественные и качественные диагностические показатели и критерии безопасности.
23. Декларация безопасности ГТС. Состав разделов декларации безопасности. Акт преддекларационного обследования ГТС.
24. Параметры волны прорыва, определяющие величину ущерба для территорий и объектов нижнего бьефа.
25. Расчет вероятного вреда при аварии ГТС с прорывом напорного фронта. Ущерб в верхнем и нижнем бьефах.
26. Расчет ущерба основным производственным фондам. Факторы, определяющие ущерб.
27. Расчет ущерба по готовой продукции предприятий. Факторы, определяющие ущерб.
28. Расчет ущерба элементам транспорта и связи. Факторы, определяющие ущерб.
29. Расчет ущерба жилому фонду и имуществу. Факторы, определяющие ущерб.
30. Расчет социального ущерба. Факторы, определяющие ущерб.
31. Расчет ущерба сельскохозяйственному производству. Факторы, определяющие ущерб.
32. Расчет ущерба лесному хозяйству.
33. Расчет ущерба окружающей природной среде
34. Оценка масштаба ЧС. Факторы, определяющие ЧС.
35. Определение класса опасности гидротехнических сооружений.

## **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Закон РФ «О безопасности гидротехнических сооружений» № 117-ФЗ [принят Гос. Думой 23 июля 1997 г.]. – Собрание законодательства РФ. Официальное издание. №30, ст. 3589. М.: Юридическая литература (с изменениями).

2. Закон РФ «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» от 21.12.1994г. №68-ФЗ.9 (в ред. Федерального закона от 21.07. 2014г. №271 -ФЗ).
3. Постановление Правительства РФ от 2 ноября 2013 г. № 986 «О классификации гидротехнических сооружений».
4. Постановление Правительства РФ «О федеральном государственном надзоре в области безопасности гидротехнических сооружений» № 1108 от 27.10.2012г.
5. Постановление Правительства РФ от 21 мая 2007 г. № 304 «О классификации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера».
6. ГОСТ Р 22.2.09-2015 «Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Экспертная оценка уровня безопасности и риска аварий ГТС». Утв. и введен в действие приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 2 декабря 2015 г. N 2100-ст. (Государственный стандарт Российской Федерации).
7. ГОСТ Р 54523-2011 «Портовые гидротехнические сооружения. Правила обследования и мониторинга». Утв. и введен в действие приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 25 ноября 2011 г. N 600-ст. (Государственный стандарт Российской Федерации).
8. СП 39.13330.2012 «Плотины из грунтовых материалов» (актуализированная редакция СНиП 2.06.05 – 84\*). 2012
9. СП 58.13330.2012 «Гидротехнические сооружения. Основные положения» (Актуализированная редакция СНиП 33–01–2003). 2012.
10. СП 38.13330.2012 «Нагрузки и воздействия на гидротехнические сооружения (волновые, ледовые и от судов)» (актуализированная редакция СНиП 2.06.04–82\*). 2012.
11. СП 23.13330.2011 «Основания гидротехнических сооружений» (актуализированная редакция СНиП 2.02.02-85\*). 2012

12. СП 40.13330.2012 «Плотины бетонные и железобетонные» (актуализированная редакция СНиП 2.06.06 – 85). 2012.
13. СП 41.13330.2012 «Бетонные и железобетонные конструкции гидротехнических сооружений» (актуализированная редакция СНиП 2.06.08–87). 2012.
14. РД 03-521-02. Порядок определения размера вреда, который может быть причинен жизни, здоровью физических лиц, имуществу физических и юридических лиц в результате аварии гидротехнического сооружения. Приказ от 18.05. 2002г. №№ 243/150/270/68/89 МЧС РФ, Минэнерго РФ, МПР РФ, Минтранспорта РФ, Госгортехнадзор России.
15. 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.
16. РД 03 – 607 – 03. Методические рекомендации по расчету развития гидродинамических аварий на накопителях жидких промышленных отходов.
17. Приказ Ростехнадзора от 02.07.2012 N 377. Об утверждении формы декларации безопасности гидротехнических сооружений (за исключением судоходных гидротехнических сооружений). Зарегистрирован в Минюсте России 23.07.2012 N 24978.
18. Приказ Ростехнадзора от 30.10.2013 N 506 "Об утверждении формы акта преддекларационного обследования гидротехнических сооружений (за исключением судоходных и портовых гидротехнических сооружений)" (Зарегистрировано в Минюсте России 06.03.2014 N 31533).
19. Методика определения размера вреда, который может быть причинен жизни, здоровью физических лиц, имуществу физических и юридических лиц в результате аварии гидротехнического сооружения (за исключением судоходных гидротехнических сооружений). Утв. приказом Ростехнадзора от 29.03.2016 № 120.

20. Методические рекомендации по оценке уровня безопасности и риска аварий гидротехнических сооружений водного хозяйства и промышленности. 3-е издание, переработанное и дополненное. М., «ДАР/ВОДГЕО», 2014.
21. Волков, В.И. Оценка безопасности подпорных грунтовых сооружений гидроузла. Учебное пособие / Волков В.И., Черных О.Н., Алтунин В.И. –М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2016. 80 с.
22. Волков, В.И. Оценка условий и последствий прорыва напорного фронта речного гидроузла, Учебное пособие / Волков В.И., Черных О.Н., Алтунин В.И., И.А.Секисова. М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2015. 180 с.
23. Волков, В.И. Оценка вероятного ущерба в результате аварии гидротехнических сооружений при прорыве напорного фронта речного гидроузла. Учебное пособие / Волков В.И., Черных О.Н., Алтунин В.И., Добровольская Е.В. –М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2015. 141 стр.
24. Волков, В.И. Открытые береговые водосбросы. Учебник/ Волков В.И., Журавлева А.Г., Черных О.Н., Румянцев И.С., Алтунин В.И. –М.: МГУП, 2012, –244 с.
25. Волков, В.И. Расчеты и проектирование открытых береговых водосбросов. Учебное пособие / Волков В.И., О.Н. Черных. –М.: МГУП, 2013, – 108 с.
26. Волков, В.И. Фильтрационные расчеты гидротехнических сооружений. Учебное пособие/ Волков, В.И. –М.: ФГБОУ ВПО РГАУ-МСХА, 2014. – 102 с.
27. Волков, В.И. Лабораторные исследования открытых водосбросов: уч. пособие / В.И. Волков, О.Н. Черных, В.И. Алтунин.. – М.: Изд-во МГУП, 2013. 149 с.
28. Волков, В.И. Проектирование сооружений гидроузла с грунтовой плотиной: уч. пособие /В.И. Волков, А.Г. Журавлёва, О.Н. Черных. –М.: Изд-во МГУП, 2007. 246 с.
29. Волков, В.И. Рабочие тетради по выполнению лабораторных работ (комплект)/ В.И. Волков. – М.: Изд-во РГАУ–МСХА им. К.А. Тимирязева, 2016.

30. Гидравлические расчёты водосбросных гидротехнических сооружений: справочное пособие. М.: Энергоатомиздат, 1986. 624 с.
31. Гидротехнические сооружения (речные). Учебник для вузов: в 2 ч. / Л. Н. Рассказов [и др.]; под ред. Л. Н. Рассказова. - Изд. 2-е, испр. и доп. – М. Изд-во АСВ, 2008. - Ч. 1. 581 с.
32. Гидротехнические сооружения. Справочник проектировщика. /под ред. В.П. Недриги. – М.: Стройиздат. 1983. -583 с.
33. Каганов, Г.М. Гидротехнические сооружения: Учебник для техникумов/ Г.М. Каганов, И.С. Румянцев. В 2–х кн. –М.: Энергоатомиздат, 1994.
34. Ляпичев, Ю. П. Проектирование, строительство и поведение современных высоких плотин / Ляпичев Ю.П. «Palmarium Academic Publishing», 2013.
35. Ляпичев, Ю.П. Гидрологическая и техническая безопасность гидросооружений: Учеб. пособие / Ляпичев Ю.П. –М.: РУДН, 2008.
36. Ляпичев, Ю.П. Гидротехнические сооружения: уч. пособие / Ю.П. Ляпичев. – М.: Изд-во РУДН, 2008. 340 с.
37. Нестеров, М.В. Гидротехнические сооружения и рыбоводные пруды: уч. пособие / М.В. Нестеров, И.М. Нестерова. – Минск: Новое знание; – М.: ИНФРА–М, 2012. 681 с.
38. Розанов, Н.Н. Плотины из грунтовых материалов: уч. пособие / Н.Н. Розанов. – М.: Стройиздат, 1985. 432 с.
39. Черных, О.Н. Расчеты сооружений гидроузла с плотиной из грунтовых материалов: Учебное пособие / О.Н. Черных, В.И. Волков, В.И. Алтунин. – М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2015. 203 с.
40. Черных, О.Н. Проведение обследований при оценке безопасности гидротехнических сооружений: учеб. пособие / Черных О.Н., Волков В.И. – М: ФГБНУ «Росинформагротех», 2017. - 160 с.
41. Шарков, В.П. Сооружения гидроузлов сельскохозяйственного назначения: уч. пособие / В.П. Шарков. – М.: Изд-во МГУП, 2010. 106 с.
42. Штеренлихт, Д.В. Гидравлика: учебник / Д.В. Штеренлихт. – М.: КолосС, 2008. 308 с.



**Приложение 1.****Пример оформления титульного листа курсовой работы**

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
**«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –**  
**МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА»**  
(ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева)

---

**Факультет гидротехнического, агропромышленного и гражданского  
строительства**

**Кафедра гидротехнических сооружений**

**КУРСОВАЯ РАБОТА**

**Оценка безопасности сооружений гидроузла №\_\_**

Пояснительная записка

Выполнил(а):  
студент(ка) группы Д-Т-41\_

\_\_\_\_\_

Дата регистрации КР  
на кафедре \_\_\_\_\_

Допущен(а) к защите

\_\_\_\_\_

Руководитель  
профессор Волков В.И.

Члены комиссии:

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Оценка \_\_\_\_\_

Дата защиты \_\_\_\_\_

Москва 201\_

## Приложение 2. Исходные данные для расчетов

1.1. Исходные данные для первой части курсовой работы, приведены в электронном файле в формате Excel в папке "Исходные данные" (рис. 1).

	A	B	C
55	<b>Исходные данные по пьезометрическому створу в русле плотины</b>		
56	<b>Местоположение пьезометров</b>	<b>Отметка уровня</b>	
57	Верховая бровка гребня (№1)	117.3	
58	Низовая бровка гребня (№2)	115.8	
59			
60	<b>Исходные данные к проверке фильтрационной прочности</b>		
61	Тип грунта основания плотины	Супесь	
62	Тип грунта тела плотины	Супесь	
63			
64	<b>Исходные данные к проверке устойчивости откосов</b>		
65		<b>Проектное</b>	<b>Фактическое</b>
66	Заложение верхового откоса	3	3.1
67	Заложение низового откоса	1.75	1.6
68	<b>Проверка принятых по расчетному основному расходу размеров водосброса (или проверка расхода)</b>		
69			
70	<b>Исходные данные к проверке пропускной способности</b>		
71	Отметка ФПУ	119.5	
72	Поверочный расход водосброса, $Q_{пов}$ м <sup>3</sup> /с	112	
73	Отметка нижнего бьефа при $Q_{пов}$	101.2	
74	Отметка дна отводящего русла (реки)	98.2	
75			
76	<b>Регулятор водосброса:</b>		
77	Количество пролетов	4	
78	Ширина пролетов	3.5	м
79	Толщина быков	1.3	м
80	Отметка порога регулятора	108.40	м
81	Коэффициент расхода водослива	0.36	
82	<b>Подводящий канал:</b>		
83	Ширина канала	16	м
84	Отметка дна канала	108.40	м
85	Уклон канала, $i$	0	
86	Заложение откосов канала	1.75	
87	Расширение канала в плане	0	град
88	Глубина в подводящем канале при ФПУ	11.10	м
89	<b>Быстроток</b>		
90	Ширина быстротока	17.9	м
91	Число неработающих пролетов регулятора	1	шт.

Рисунок 1 - Файл с вариантами исходных данных:

1 – номер варианта

Полный набор исходных данных приведен ниже.

### 1.1.1. Исходные данные к проверке превышения гребня

Параметр	НПУ	ФПУ
Отметка расчетного уровня, м	184.6	185.3
Отметка дна, м	170	170
Длина разгона ветровой волны $L$ , м	1050	1080
Угол между осью водоема и направлением ветра $\alpha$ , град	0	0
Скорость ветра $V_w$ , м/с	27.0	16.0
Заложение верхового откоса	3	3
Обеспеченность по накату (в %), $P=$	1	1
Фактический запас гребня плотины над расчетным уровнем в месте минимальной отметки гребня, $h_{с, факт}$ , м	2.2	1.5

### 1.1.2. Исходные данные к проверке толщины бетонного крепления

Тип крепления	Монолитные	плиты
Размер плиты (карты) перпендикулярно урезу	9	м
Фактическая толщина крепления	0.15	м

### 1.1.3. Исходные данные к фильтрационным расчетам (Однородная плотина с дренажом на проницаемом основании)

Отметка гребня плотины	186.3	м	<b>Растительный слой:</b>		
Ширина гребня	12	м	Толщина снятия	0	м
Отметка расчетного уровня	184.6	м	Заложение	1	
Отметка уровня нижнего бьефа	170.4	м	<b>Внутренний дренаж:</b>		
<b>Верховой откос:</b>			Длина	0	м
Заложение от гребня до бермы	3		Толщина в начале	0	м
Заложение от бермы до дна	3		Отметка оси	170	м
Отметка бермы	175	м	Толщина	0	м
Ширина бермы	3	м	Заложение вн. откоса	1	
<b>Растительный слой:</b>			Ширина по верху	0	м
Толщина снятия	0	м	Заложение нар. откоса	1	
Заложение откоса	1		<b>Зуб в основании:</b>		
Отметка поверхности дна в ВБ	170	м	Глубина	0	м
<b>Низовой откос:</b>			Ширина основания	0	м
Заложение от гребня до бермы	2		Заложение откосов:		
Отметка бермы	180	м	верхового	1	
Заложение от бермы до дренажа	2		низового	1	
Ширина бермы	0	м	Смещение оси зуба	0	м
<b>Дренажное устройство:</b>			<b>Коэфф. фильтрации:</b>		
Отметка верха дренажа	174	м	тела плотины	0.015	м/сут
Ширина по верху	4	м	основания	0.009	м/сут
Заложение внутреннего откоса	1.25		Толщ. прониц. основ.	4	м
Заложение наружного откоса	1.5		Глубина промерзания	1.8	м
Отметка поверхности дна в НБ	170	м	Капилляр. поднятие	2	м

### 1.1.4. Исходные данные для оценки фильтрационных потерь

Параметр	Величина
Фактические фильтрационные потери на русловом участке, м <sup>2</sup> /сут.	<b>0.044</b>

### 1.1.5. Исходные данные по пьезометрическому створу в русле плотины

Местоположение пьезометров	Отметка уровня
Верховая бровка гребня (№1)	<b>183.1</b>
Низовая бровка гребня (№2)	<b>181.1</b>

### 1.1.6. Исходные данные к проверке фильтрационной прочности

Тип грунта основания плотины	<b>Суглинок</b>
Тип грунта тела плотины	<b>Суглинок</b>

### 1.1.7. Исходные данные к проверке устойчивости откосов

Параметр	Проектное	Фактическое
Заложение верхового откоса	3	<b>3.1</b>
Заложение низового откоса	2	<b>1.9</b>

### 1.1.8. Исходные данные к проверке пропускной способности регулятора

Отметка ФПУ	<b>185,3</b>			
Поверочный расход, $Q_{пов}$	<b>149</b>	м <sup>3</sup> /с		
Отметка нижнего бьефа	<b>173</b>		Грунт основания	<b>Суглинок</b>
Отметка дна отводящего русла	<b>170</b>		Допуск. скорость, м/с	<b>1,25</b>
<b>Регулятор водосброса:</b>				
Количество пролетов	<b>3</b>		Из них неоткрывающихся	<b>0</b>
Ширина пролетов	<b>4</b>	м		
Толщина быков	<b>1,1</b>	м		
Отметка порога регулятора	<b>181,3</b>	м		
Коэффициент расхода водослива	<b>0.36</b>			
<b>Подводящий канал:</b>				
Ширина канала	<b>19</b>	м		
Отметка дна канала	181.3	м		
Уклон канала, $i$	<b>0</b>			
Заложение откосов канала	<b>2</b>			
Расширение канала в плане	<b>0</b>	град		
Глубина в канале при ФПУ	4.00	м		
<b>Быстроток</b>				
Ширина быстротока	14.2	м		

### 1.1.9. Исходные данные к проверке высоты боковых стенок быстротока

Длина быстротока:			$l_1 =$	<b>40</b>	м
			$l_2 =$	<b>50</b>	м
Отметки начала и конца участков:					
	начало 1-го участка			181.3	м
	конец 1-го участка			<b>178</b>	м
	конец всего быстротока			170	м
Уклон:	1-ого участка		$i_1 =$	0.083	
	2-ого участка		$i_2 =$	0.160	
Принятая ранее по расчету (или измеренная) высота боковых стен быстротока составляет:					
	в начале быстротока			<b>5.30</b>	м
	на первом участке			<b>1.7</b>	м
	на втором участке			<b>1.5</b>	м
Из предыдущего расчета (или измерения реального сооружения):					
Средняя толщина продольных стенок			$t_c =$		
	на первом участке			<b>0.3</b>	м
	на втором участке			<b>0.3</b>	м
Количество стенок:					
	на первом участке			<b>2</b>	
	на втором участке			<b>2</b>	
Коэффициент шероховатости быстротока				<b>0.017</b>	

### 1.1.10. Исходные данные к проверке сопряжения с нижним бьефом и оценка достаточности высоты устоев водобоя

Ширина колодца в его начале	14.2	м
Роспуск боковых стен колодца	<b>9</b>	град.
Отметка конца лотка быстротока	170	м
Отметка дна рисбермы	170	м
Длина водобоя (колодца)	<b>16</b>	
Ширина колодца в его конце	19.27	м
Отметка дна водобоя (водобойного колодца)	<b>169</b>	м

### 1.1.11. Исходные данные к оценке размывов в нижнем бьефе

Ширина рисбермы в ее начале	19.27	
Длина рисбермы	<b>16</b>	м
Угол расширения рисбермы	<b>0</b>	град.
Отметка дна рисбермы	170	м
Заложение откосов рисбермы	<b>1.75</b>	

### 1.2. Исходные данные для выполнения второй части курсовой работы (приведены на прилагаемом бумажном бланке)



Кафедра гидротехнических сооружений

**ЗАДАНИЕ** (часть 2)

на курсовую работу по дисциплине «Безопасность ГТС»

Студент \_\_\_\_\_ Группа \_\_\_\_\_

Руководитель (консультант) В.И.Волков

1. Тема курсовой работы: "Оценка безопасности сооружений гидроузла

№\_\_ "

2. Исходные данные:

- План долины реки в районе предполагаемого затопления.
- Исходные данные и результаты расчетов проекта "Гидроузел с плотиной из грунтовых материалов" (в электронном формате).
- Сведения об объектах, размещенных в верхнем бьефе гидроузла:
  - В верхнем бьефе размещены два водозабора, которые снабжают водой поселки с населением:
    - 30 и 40 чел; 2) 20 и 50 чел; 3) 10 и 20 чел; 4) 40 и 60 чел; 5) и чел.
  - На водохранилище ведется промысловый вылов рыбы.
    - Sa=90 га; 2) Sa=80 га; 3) Sa=120 га; 4) Sa=180 га; 5) Sa= га.
- Сведения об объектах, размещенных в нижнем бьефе гидроузла:

**Склад готовой продукции:**

- Промышленные здания с легким металлическим каркасом
- Промышленные здания с тяжелым металлическим или ж/б каркасом

**Промышленные зоны:**

- Промышленные здания с легким металлическим каркасом
- Кирпичные малоэтажные здания (1-3 этажа)

**Автомобильная дорога:**

- Шоссейная дорога с асфальтовым покрытием
- Дорога с гравийным (щебеночным) покрытием

**Жилой фонд:**

- Деревянные дома (1-2) этажа
- Кирпичные дома малой этажности (1-3) этажа

**Макроэкономический регион:**

- Московская область
- \_\_\_\_\_ область
- Другие данные об объектах, размещенных в нижнем бьефе, приведены в таблице 1.

Таблица №1

№ створа	Расстояние от створа, м	Объекты народного хозяйства	Уклон реки	Отметки dna реки	V <sub>max</sub> , м/с
1	500	Склад готовой продукции №1 Склад готовой продукции №2			2.5
1-2		Промышленная зона №1 Промышленная зона №2	0,0003 0,0004		2.25
2	1000	Автомобильная дорога №1, Автомобильная дорога №2	0,0005		2
2-3		Склад готовой продукции №3 Промышленная зона №3 Дачный поселок 1)N=50 чел. 2)N=60 чел. 3)N=40 чел. 4) N=80 чел.	0,0006 0,0007 0,0008 0,0009		1.75
3	2000	С/х угодья	0,001		1.5
3-4		С/х угодья	0,002		1.35
4	3000	-	0,003		1.2
4-5		Лесной массив	0,004		1.1
5	5000	Лесной массив			1.0

3. Основное содержание:

3.1. Пояснительная записка, оформленная в редакторе Microsoft® Word в соответствии с требованиями ЕСКД, ЕСПД, ГОСТ, СТП, должна включать следующие основные разделы:

- Оценка безопасности грунтовой плотины (превышение гребня, толщина крепления, фильтрационная прочность тела и основания, устойчивость верхового и низового откосов).
- Оценка безопасности регулируемого водосброса (пропускная способность входного оголовка, достаточность высоты боковых стен, сопряжение с нижним бьефом, размывы).
- Оценка безопасности гидроузла в целом при совместном влиянии значимых диагностических показателей.
- Расчет параметров волны прорыва при разрушении плотины (сценарии аварии, максимальная глубина и зона затопления).
- Оценка вероятного вреда при прорыве напорного фронта плотины.
- Оценка масштаба ЧС.

3.2. Графическая часть, оформленная в соответствии с требованиями ЕСКД, ЕСПД, ГОСТ, СТП, должна содержать:

- План долины реки с нанесенной зоной затопления и границами зон слабых, средних и сильных повреждений.

Дата выдачи \_\_\_\_\_ . Дата окончания \_\_\_\_\_

Руководитель (консультант) \_\_\_\_\_

**Приложение 3.**  
**Поперечное сечение грунтовой плотины в русловой части**

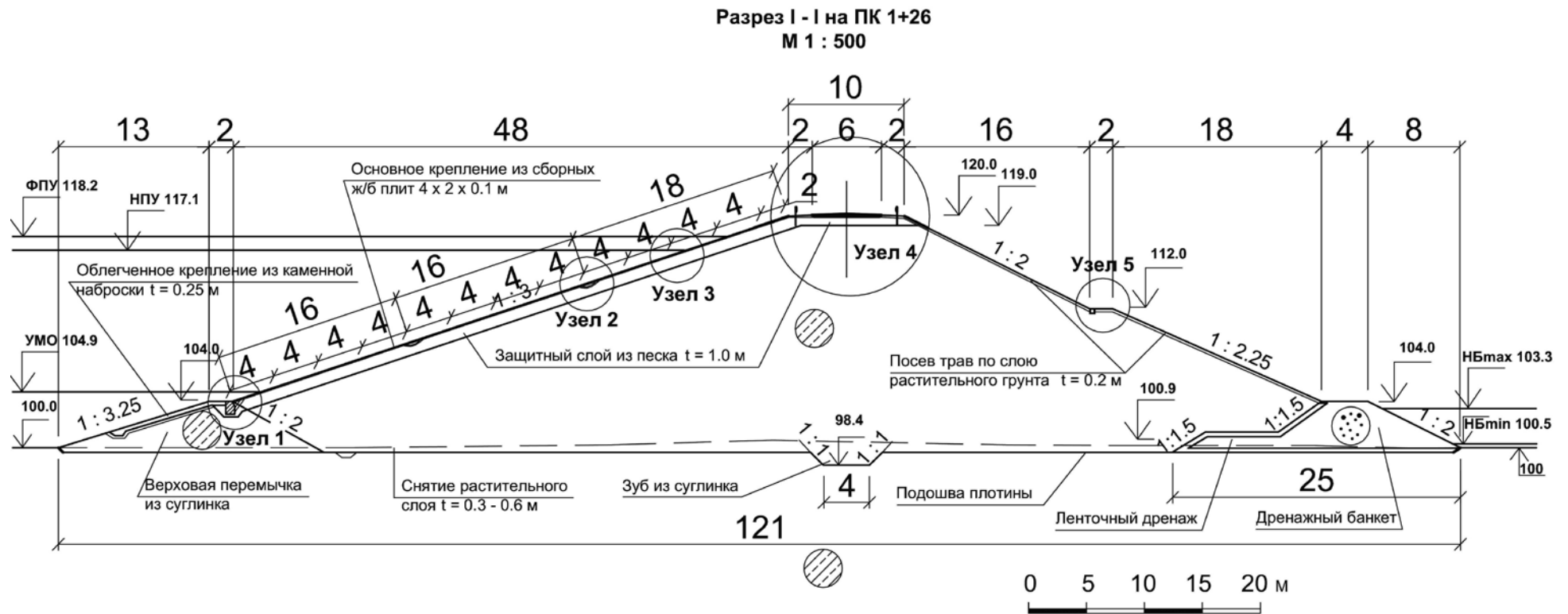


Рисунок 3.1 - Поперечное сечение грунтовой плотины в русловой части





**Приложение 5.  
Паспорт гидроузла**

Наименование	Показатель
<b>1. Водохранилище</b>	
Отметка НПУ	184.6
Отметка ФПУ	185.3
Отметка НПУ	176.4
<b>2. Плотина из грунтовых материалов</b>	
Класс	III
Тип	Земляная, насыпная, однородная из суглинка
Отметка гребня, м	186.8
Высота (максимальная), м	16.8
Длина по гребню, м	480
Ширина по гребню, м	12
Категория автодороги на гребне	III
Заложение откосов	верхового: $m_h=3$ ;      низового: $m_t=2$
Тип крепления откосов:	
верхового	монолитные ж/б плиты 9 x 6 x 0,15
низового	посев многолетних трав по слою растительного грунта толщиной 0,15 м
Противофильтрационные устройства	–
Дренажные устройства: в русловой части плотины в береговой части плотины	дренажная призма горизонтальный дренаж
<b>3. Водосбросное сооружение</b>	
Тип	береговой, поверхностный, регулируемый
Поверочный расход, м <sup>3</sup> /с	149
Регулятор: количество пролётов, шт. ширина (пролёт) отверстий, м	4 3
Гидромеханическое оборудование	стальные плоские скользящие затворы
Сопрягающее сооружение	быстроток с двумя уклонами
Устройство для гашения энергии	водобойный колодец
<b>4. Водовыпуск (водоспуск)</b>	
Тип	Трубчатый, башенный, однониточный
Расход при НПУ, м <sup>3</sup> /с	0,86
Диаметр труб, мм	ДУ 500

**Приложение 6.  
РЕЦЕНЗИЯ**

**на курсовую работу студента**

Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования «Российский государственный аграрный университет –  
МСХА имени К.А. Тимирязева»

Студент \_\_\_\_\_

Учебная дисциплина \_\_\_\_\_

Тема курсовой работы \_\_\_\_\_

**Полнота раскрытия**

**темы:** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**Оформление:** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**Замечания:** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Курсовая работа отвечает предъявляемым к нему требованиям и  
заслуживает \_\_\_\_\_ оценки.  
(отличной, хорошей, удовлетворительной, неудовлетворительной)

Рецензент \_\_\_\_\_  
(фамилия, имя, отчество, уч.степень, уч.звание, должность, место работы)

Дата: « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Подпись: \_\_\_\_\_

**Приложение 7.**  
**Шкала тяжести разрушений**

Таблица 7.1 – Шкала тяжести разрушений промышленных сооружений ( $h_{max}$  – глубина затопления,  $V_{max}$  – скорость течения,  $t_{0.5}$  – продолжительность затопления)

Тип зданий	Сильные разрушения			Средние разрушения			Слабые разрушения		
	$h_{max}$ , м	$v_{max}$ , м/с	$t_{0.5}$ , час	$h_{max}$ , м	$v_{max}$ , м/с	$t_{0.5}$ , час	$h_{max}$ , м	$v_{max}$ , м/с	$t_{0.5}$ , час
Кирпичные малоэтажные здания (1-3) этажи	4	2,5	170	3	2	100	2	1	50
Промышленные здания с легким металлическим каркасом	5	2,5	170	3,5	2	100	2	1,5	50
Кирпичные и панельные дома средней этажности (4 этажа и более)	6	3	240	4	2,5	170	2,5	1,5	100
Промышленные здания с тяжелым металлическим или железобетонным каркасом (стены из керамзитобетонных панелей)	7,5	4	240	6	3	170	3	1,5	100
Бетонные и железобетонные здания антисейсмической конструкции	12	4	-	9	3	240	4	1,5	170

Таблица 7.2 – Шкала тяжести разрушений дорожных сооружений

Типы элементов транспортных магистралей	Сильные разрушения			Средние разрушения			Слабые разрушения		
	$h_{max}$ , м	$v_{max}$ , м/с	$t_{0.5}$ , час	$h_{max}$ , м	$v_{max}$ , м/с	$t_{0.5}$ , час	$h_{max}$ , м	$v_{max}$ , м/с	$t_{0.5}$ , час
Деревянные мосты	1	2	-	1	1,5	-	0,5	0,5	-
Железобетонные мосты	2	3	50	1	2	30	0,5	0,5	10
Металлические мосты и путепроводы с пролетом 30 - 100 м, ЛЭП, линии связи	2	3	50	1	2	30	0,5	0,5	10
Металлические мосты и путепроводы с пролетом более 100 м	2	2	50	1	1	30	0,5	0,5	10
Железнодорожные пути	2	2	100	1	1,5	50	0,5	0,5	30
Дороги с гравийным (щебеночным) покрытием	2,5	2	100	1	1,5	50	0,5	0,5	30
Шоссейные дороги с асфальтовым покрытием	4	3	240	2	1,5	170	1	1	100

Таблица 7.3 – Шкала тяжести разрушений жилых зданий

Типы объектов жилого фонда	Сильные разрушения			Средние разрушения			Слабые разрушения		
	$h_{max}$ , м	$v_{max}$ , м/с	$t_{0.5}$ , час	$h_{max}$ , м	$v_{max}$ , м/с	$t_{0.5}$ , час	$h_{max}$ , м	$v_{max}$ , м/с	$t_{0.5}$ , час
Сборные деревянные жилые дома	3	2	48	2,5	1,5	24	1	1	12
Деревянные дома (1-2 этажа)	3,5	2	48	2,5	1,5	24	1	1	12
Легкие 1-2 этажные бескаркасные постройки	3,5	2	72	2,5	1,5	48	1	1	24
Кирпичные дома малой этажности (1-3 этажа)	4	2,5	50	3	2	100	2	1	50
Кирпичные и блочные дома повышенной этажности (4 и более)	6	3	240	4	2,5	170	2,5	1,5	100

*Методическое издание*

**Волков Владимир Иванович**

# **ОЦЕНКА БЕЗОПАСНОСТИ СООРУЖЕНИЙ ГИДРОУЗЛА**

Методические указания

Книга издается в авторской редакции

Обложка художника

Компьютерная вёрстка

Корректоры:

---

Подписано в печать . . .2018г. Формат 60x84 1/16

Печать офсетная Бумага офсетная Гарнитура шрифта Times New Roman

Печ. л. \_\_ Тираж \_\_ экз. Изд. заказ Тип. заказ \_\_\_\_

---

Отпечатано в типографии