

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Бенин Дмитрий Михайлович

Должность: И.о. директора института мелиорации, водного хозяйства и

строительства имени А.Н. Костякова

Дата подписания: 01.12.2025 14:48:07

Уникальный программный ключ:

dcb6dc8315334aed86f2a7c3a0ce2c5217be1e29



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)

Институт мелиорации, водного хозяйства и строительства  
имени А.Н. Костякова

Кафедра гидротехнических сооружений

УТВЕРЖДАЮ:

И.о. директора ИМВХС  
имени А.Н. Костякова



Бенин Д.М.  
“25” 08 2025 г

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

### Б1.В.01 РЕЧНЫЕ ГИДРОУЗЛЫ И ГИДРОТЕХНИЧЕСКИЕ СООРУЖЕНИЙ

для подготовки магистров

ФГОС ВО

Направление: 08.04.01 Строительство

Направленность: Речные и подземные гидротехнические сооружения

Курс – 1

Семестр – 1.2

Форма обучения - очная

Год начала подготовки - 2025

Москва 2025

Разработчики: Ханов Н.В.

«26» 06 2025 г.

Рецензент: Али М.С. доцент кафедры СХВНиС к.т.н.

«26» 06 2025 г.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО, ПООП профессионального стандарта по направлению подготовки 08.04.01 Строительство и учебного плана

Программа обсуждена на заседании кафедры гидротехнических сооружений протокол № 15 от «30» 06 2025 г.

Зав. кафедрой Ханов Н.В. профессор, д.т.н.

«30» 06 2025г.

**Согласовано:**

Зам.директора по методической работе

ИМВХС имени А.Н.Костякова

Щедрина Е.В. к.пед.н., доцент

Протокол № 7 от 25.08.2025 г.

«25» 08 2025г.

Заведующий выпускающей кафедрой гидротехнических сооружений

Ханов Н.В., профессор, д.т.н.

«30» 06 2025г.

Зав. отделом комплектования ЦНБ

# Содержание

<b>АННОТАЦИЯ .....</b>	<b>4</b>
<b>1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>4</b>
<b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ .....</b>	<b>5</b>
<b>3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.....</b>	<b>6</b>
<b>4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>6</b>
4.1. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ ПО СЕМЕСТРАМ .....	6
4.2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	10
4.3. ЛЕКЦИИ/ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ.....	16
4.4. ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....	24
<b>5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ .....</b>	<b>25</b>
<b>6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>28</b>
6.1. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ И НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	28
6.2. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ .....	38
<b>7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>39</b>
7.1. ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА .....	39
7.2. ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА .....	39
7.3. НОРМАТИВНЫЕ ПРАВОВЫЕ АКТЫ.....	40
<b>8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>40</b>
<b>9. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ .....</b>	<b>41</b>
<b>10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ ....</b>	<b>41</b>
10.1. ТРЕБОВАНИЯ К АУДИТОРИЯМ (ПОМЕЩЕНИЯМ, МЕСТАМ) ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ЗАНЯТИЙ....	41
10.2. ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОМУ ОБОРУДОВАНИЮ .....	41
<b>11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ СТУДЕНТАМ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>42</b>
<b>12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....</b>	<b>44</b>

# **АННОТАЦИЯ**

**рабочей программы учебной дисциплины**

**Б1.В.01 Речные гидроузлы и гидротехнические сооружения  
для подготовки магистра по направлению 08.04.01 Строительство  
направленности Речные и подземные гидротехнические сооружения**

**Цель освоения дисциплины:** привить студентам теоретические и практические знания и обеспечить приобретение умений и навыков в области изучения, расчётов и проектирования сооружений речных гидроузлов и гидротехнических сооружений, входящих в их состав, для дальнейшего их использования в проектно-конструкторской деятельности и научной деятельности в области гидротехнических сооружений речных гидроузлов.

**Место дисциплины в учебном плане:**

Цикл Б1.В, вариативная часть, дисциплина осваивается на 1 курсе в семестрах 1 и 2.

**Требования к результатам освоения дисциплины:** в результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

УК-1, УК-2, ПКос-2, ПКос-3.

**Краткое содержание дисциплины:**

Основные разделы:

Компоновки гидроузлов с высокими плотинами. Бетонные плотины на скальном основании. Классификация бетонных плотин. Гравитационные плотины. Конструкции гравитационных плотин. Действующие нагрузки. Расчеты прочности и устойчивости гравитационных плотин. Облегченные гравитационные плотины. Типы и конструкции. Плотины из укатанного бетона. Арочные плотины. Типы и конструкции.

Типы и конструкции каменно-земляных и каменно-набросных плотин. Расчетное обоснование параметров высоких грунтовых плотин. Водосбросные сооружения гидроузлов с высокими бетонными и грунтовыми плотинами. Типы и конструкции водосбросов. Особенности гидравлических расчетов.

**Общая трудоемкость дисциплины / в т.ч. практическая подготовка:** 324/8/9 (часы, зач.ед).

**Промежуточный контроль по дисциплине:** экзамен в семестрах 1 и 2, защита курсового проекта в семестре 1.

## **1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Цель дисциплины:** привить студентам теоретические и практические знания и обеспечить приобретение умений и навыков в области изучения, расчётов и проектирования сооружений речных гидроузлов и гидротехнических сооружений, входящих в их состав, для дальнейшего их использования в проектно-конструкторской деятельности и научной деятельности в области гидротехнических сооружений речных гидроузлов

Современная практика гидротехнического строительства усложняется, включая в оборот основанные на ИТ-технике новые средства, методы, технологии проектирования, новые строительные конструкции, устройства и

механизмы, новые материалы и т.д. Исходя из этого, существует необходимость применения знаний и навыков в сфере информационных и “сквозных” технологий, востребованных на рынке труда и необходимых в будущей профессиональной деятельности.

Изучение возможностей “умного” оборудования, робототехники, 3-d сканирования, виртуальной и дополненной реальности, аддитивных технологий позволяют упростить, систематизировать и вынести на новый мировой уровень все этапы проектирования гидротехнического строительства.

Использование современных компьютерных программ (APMMultiphysics; Bentleysoftware, flowvision, ArchiCAD, Комплекс программ расчёта по выполнению расчётов гидротехнических сооружений и их элементов (средствами программы Excel) в области проектирования гидротехнических сооружений упрощают процесс обучения и профессиональной деятельности. Все эти средства создания технологичной проектной среды и являются главным продуктом выпускников направления подготовки “Строительство”.

Дисциплина «Речные гидроузлы и гидротехнические сооружения» включена в цикл дисциплин по выбору; она имеет большое практическое значение для обучающихся, так как развивает и вырабатывает у магистрантов навыки проектирования гидротехнических сооружений в составе речных гидроузлов, умение использовать рассматриваемые в ней понятия, идеи и методы для исследования, проектирования и решения профессиональных задач. В рамках рассматриваемой дисциплины обучающиеся выполняют курсовые проекты, в которых в полной мере отображается специфика проектирования высоконапорных гидротехнических сооружений.

Трудоёмкость дисциплины составляет 9 зачётных единиц, виды итогового промежуточного контроля: курсовой проект (КП) и экзамен в 1 семестре; экзамен в 2 семестре.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

Дисциплина «Речные гидроузлы и гидротехнические сооружения» включена в обязательный перечень учебных дисциплин учебного плана вариативной части. В дисциплине «Речные гидроузлы и гидротехнические сооружения» реализуются требования ФГОС ВО, ОПОП ВО и Учебного плана по направлению подготовки 08.04.01 Строительство, направленность Речные и подземные гидротехнические сооружения.

Дисциплины, на которых основано изучение данной дисциплины: Предшествующими курсами, на которых базируется дисциплина «Речные гидроузлы и гидротехнические сооружения», и изучаемыми параллельно являются: «Прикладная математика», «Основы научных исследований», «Организация проектно-изыскательской деятельности», «Численное моделирование в гидротехнике», «Подземные гидротехнические сооружения», «Организация гидротехнического строительства» и дисциплины профессиональных циклов бакалавриата или специалитета.

Дисциплины, для которых данная дисциплина является предшествующей: Дисциплина «Речные гидроузлы и гидротехнические сооружения» является

предшествующей для дисциплин «Эксплуатация и безопасность гидротехнических сооружений», «Расчёты и исследования гидротехнических сооружений», «Научные проблемы проектирования плотин и водосбросов», «Ремонт и реконструкция гидротехнических сооружений», Интеллектуальные системы в гидротехнике».

Особенностью дисциплины является то, что студент на основе теоретического курса и практических занятий выполняет проектирование гидротехнических сооружений по индивидуальным заданиям, в которых отображен полностью курс изучаемой дисциплины. Результаты проектирования анализируются магистрантом и представляются в виде выводов и заключения по проектным проработкам с обязательными рекомендациями по созданию конструкций гидротехнических сооружений, обеспечивающих реализацию необходимых требований по безотказной их работе.

Рабочая программа дисциплины «Речные гидроузлы и гидротехнические сооружения» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

### **3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся универсальных (УК) и обязательных профессиональных (ПКос) компетенций, представленных в таблице 1.

### **4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

#### **4.1. Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам**

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 9 зач. ед. (324 часа), их распределение по видам работ в 1 и 2 семестрах представлено в таблице 2.

Таблица 1

**Требования к результатам освоения дисциплины «Речные гидроузлы и гидротехнические сооружения»**

№ п/п	Код компетенции	Содержание компетенции (или её части)	Индикаторы компетенций	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				знать	уметь	владеть
1.	УК-1	Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.1. Выявление составляющих проблемной ситуации и связей между ними	- основные составляющие проблемной ситуации и связи между ними	- выявлять составляющие проблемной ситуации и связи между ними	- умением применять методы критического анализа, адекватных проблемной ситуации
2.	УК-1	Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.2. Сбор и систематизация информации по проблеме	- методы сбора, обработки, анализа и систематизации информации по теме работ, в том числе с применением современных цифровых инструментов (GoogleJamboard, Miro, Kahoot).	- выбирать методы обработки, анализа и систематизации информации по проблеме посредством электронных ресурсов, официальных сайтов	- оценкой сбора, обработкой, анализом и систематизацией информации по проблемным ситуациям, навыками обработки и интерпретации информации с помощью программных продуктов Excel, Word, PowerPoint, Pictochart и др., осуществления коммуникации посредством Outlook, Miro, Zoom.

3.	УК-2	<p>Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла</p>	<p>УК-2.3. Разработка плана реализации проекта</p>	<p>- виды и последовательность работ по реализации проекта гидротехнических сооружений.</p> <p>Студенты будут знать программное обеспечение для анализа данных и программирования; особенности подготовки отчетов в цифровом или бумажном формате и презентаций и использования ИКТ для командной работы и общения, создания и редактирования нового контента, решения концептуальных, технических и практических проблем.</p>	<p>- применить на практике знания по проведению проектирования и провести оценку достоверности результатов расчётного обоснования.</p> <p>Студенты будут знать программное обеспечение для анализа данных и программирования; особенности подготовки отчетов в цифровом или бумажном формате и презентаций и использования ИКТ для командной работы и общения, создания и редактирования нового контента, решения концептуальных, технических и практических проблем.</p>	<p>- оценкой результатов проектирования и умением предложить план мероприятий по устранению недостатков.</p> <p>Студенты будут владеть навыками использования электронной почты, файловых менеджеров и облачных сервисов для просмотра, поиска, фильтрации, организации, хранения, извлечения и анализа данных, информации и цифрового контента; управления базами данных и программирования для решения профессиональных задач; обработки информации и данных для сбора и первичной обработки эмпирических данных, эмпирического анализа и визуализации данных.</p>
----	------	--	--	--	---	--

4.	ПКос-2	Способность разрабатывать проектные решения и организовывать проектные работы в сфере гидротехнического строительства	ПКос-2.1. Выбор нормативных документов, устанавливающих требования к проектным решениям гидротехнических сооружений	- основные положения нормативных документов, устанавливающих требования к проектным решениям по ГТС	- осуществлять выбор нормативных документов, устанавливающих требования к проектным решениям по ГТС	- нормативными документами, устанавливающими требования к проектным решениям гидротехнических сооружений
5.	ПКос-2	Способность разрабатывать проектные решения и организовывать проектные работы в сфере гидротехнического строительства	ПКос-2.2. Составление плана работ по проектированию гидротехнических сооружений	- виды и последовательность работ по проектированию гидротехнических сооружений	- применять методы технико-экономического обоснования при анализе проектных решений гидротехнических сооружений и их комплексов	- оценкой результатов проектирования и умением предложить план мероприятий по устранению недостатков
6.	ПКос-2	Способность разрабатывать проектные решения и организовывать проектные работы в сфере гидротехнического строительства	ПКос-2.3. Выбор и сравнение вариантов проектных технических решений гидротехнических сооружений и их комплексов	- методы технико-экономического обоснования проектных решений гидротехнических сооружений и их комплексов	- применять методы технико-экономического обоснования при анализе проектных решений гидротехнических сооружений и их комплексов	- методами технико-экономического обоснования при анализе проектных решений гидротехнических сооружений и их комплексов
7.	ПКос-3	Способность осуществлять и контролировать выполнение обоснования проектных решений в сфере гидротехнического строительства	ПКос-3.1. Выбор метода и методики выполнения расчётного обоснования проектного решения гидротехнического сооружения, в т.ч. составление расчётной схемы	- методики выполнения расчётного обоснования ГТС с составлением расчетных схем	- провести оценку соответствия проектных решений гидротехнического сооружения нормативно-техническим требованиям	- методами выполнения расчётного обоснования проектного решения, в т.ч. составлением расчётных схем

8.	ПКос-3	Способность осуществлять и контролировать выполнение обоснования проектных решений в сфере гидротехнического строительства	ПКос-3.2. Выполнение расчетного обоснования проектного решения гидротехнического сооружения и документирование его результатов	<ul style="list-style-type: none"> <li>- методики выполнения расчётного обоснования ГТС и документирование его результатов;</li> <li>- комплекс проблем, связанных с эксплуатацией и безопасностью гидротехнических сооружений</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- провести оценку соответствия проектных решений гидротехнического сооружения нормативно-техническим требованиям; предложить план мероприятий по устранению недостатков в работе сооружений</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- методами выполнения расчётного обоснования проектного решения, в т.ч. составлением расчётных схем</li> </ul>
9.	ПКос-3	Способность осуществлять и контролировать выполнение обоснования проектных решений в сфере гидротехнического строительства	ПКос-3.3. Оценка соответствия проектных решений гидротехнического сооружения нормативно-техническим требованиям на основе результатов расчётного обоснования, оценка достоверности результатов расчётного обоснования	<ul style="list-style-type: none"> <li>- основные законы и нормативные документы, касающиеся гидротехнических сооружений;</li> <li>- комплекс проблем, связанных с эксплуатацией и безопасностью гидротехнических сооружений Подготовка отчётов в цифровом или бумажном формате, в том числе подготовка презентаций (MS Word, MS Power Point).</li> <li>Использование ИКТ для совместной (командной) работы и общения, создания, редактирования нового контента, решения</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- провести оценку соответствия проектных решений гидротехнического сооружения нормативно-техническим требованиям;</li> <li>- дать оценку достоверности результатов расчётного обоснования.</li> </ul> <p>Умение использовать Интернет-браузеры (Firefox, Internet Explorer, Opera, Google Chrome и т.д.) для просмотра, поиска, фильтрации, организации, хранения, извлечения и анализа данных, информации и цифрового контента.</p> <p>Умение использовать офисные приложения Microsoft Office (MS Excel, MS Word, MS Power Point и др.) и</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- методами обоснования соответствия проектных решений гидротехнических сооружений нормативно-техническим требованиям и их достоверности</li> </ul> <p>Навыки использования облачных сервисов для просмотра, поиска, фильтрации, организации, хранения, извлечения и анализа данных, информации и цифрового контента (Google Drive, Dropbox, Яндекс диск, Google диск и т.д.).</p> <p>Навыки обработки информации и</p>

			концептуальных, технических и практических проблем (таск-трекеры Trello, Open Office.	данных на основе использования ИКТ (QGIS, MS Excel): сбор и первичная обработка
--	--	--	---	---

Таблица 2

**Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам**

Вид учебной работы	Трудоёмкость		
	час. всего/*	в т.ч. по семестрам	
		№1	№2
<b>Общая трудоёмкость</b> дисциплины по учебному плану	<b>324/8</b>	<b>144/4</b>	<b>180/4</b>
<b>Контактная работа:</b>	<b>95.8/8</b>	<b>45.4/4</b>	<b>50.4/4</b>
<b>Аудиторная работа:</b>	<b>95.8/8</b>	<b>45.4/4</b>	<b>50.4/4</b>
лекции ( <i>Л</i> )	40	16	24
практические занятия ( <i>ПЗ</i> )	48/8	24/4	24/4
курсовый проект ( <i>КП</i> ) (консультация, защита)	3	3	
консультации перед экзаменом	4	2	2
контактная работа на промежуточном контроле ( <i>KPA</i> )	0.8	0.4	0.4
<b>Самостоятельная работа (CPC)</b>	<b>228.2</b>	<b>98.6</b>	<b>129.6</b>
<i>Курсовой проект (КП)</i>	36	36	
самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к практическим занятиям и т.д.)	143	38	105
<i>Подготовка к экзамену (контроль)</i>	49.2	24.6	24,6
Вид контроля:		экз./ КП	экз.

\* в том числе практическая подготовка.(см учебный план)

**4.2. Содержание дисциплины****Тематический план учебной дисциплины****1 семестр**

Таблица 3

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнёно)	Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ/С всего/*	ПКР всего/*	
Раздел 1. Компоновки гидроузлов Тема 1. Компоновки высоконапорных гидроузлов с высокими бетонными плотинами	12	2	2		8
Раздел 2. Классификация бетонных плотин. Теоретический и реальные профили гравитационной плотины; задачи расчётов.	39/2	4	8/2		27
Тема 1. Классификация бетонных плотин. Область применения плотин на скальном основании.	8	2			6
Тема 2. Задачи расчёта и проектирования гравитационной плотины на скальном основании. Выполнение курсового проекта.	31	2	8/2		21
Раздел 3. Напряжённо-деформированное состояние гравитационных плотин	37.6 /2	4	6/2		27.6
Тема 1. Расчёты прочности гравитационной плотины	21.6/1	2	4/1		15.6
Тема 2. Анализ напряженно-деформированного состояния гравитационных плотин. Выполнение курсового проекта.	16	2	2		12
Раздел 4. Водосбросные сооружения гидроузлов с высокими бетонными плотинами	34	4	6		24
Тема 1. Конструкции и задачи расчёта водосбросов в гидроузлах с высокими бетонными плотинами	20/1	2	4/1		14
Тема 2. Особенности работы высоконапорных водосбросов. Выполнение курсового проекта.	14	2	2		10
Раздел 5. Современные тенденции в строительстве гравитационных плотин Тема 1. Современные тенденции в строительстве бетонных плотин	16	2	2		12
Курсовой проект	3			3	
Консультация перед экзаменом	2			2	
КРА	0.4			0.4	
Всего за 1 семестр	144/4	16	24/4	5.4	98.6

\* в том числе практическая подготовка

## **Содержание**

### **1 семестр**

#### **Раздел 1. Компоновки гидроузлов с высокими бетонными плотинами**

##### **Тема 1. Компоновки высоконапорных гидроузлов.**

Перечень рассматриваемых вопросов:

- основные сооружения гидроузлов (высоконапорных);
- примеры гидроузлов и гидротехнических комплексов;
- компоновки высоконапорных гидроузлов и условия, влияющие на них;
- условия пропуска строительных расходов;
- компоновки высоконапорных гидроузлов с контрфорсными и арочными плотинами.

#### **Раздел 2. Теоретический и реальные профили гравитационной плотины; задачи расчётов**

##### **Тема 1. Область применения и классификация гравитационных плотин на скальном основании.**

Перечень рассматриваемых вопросов:

- гравитационные плотины на скальном основании;
- классификация гравитационных плотин;
- классификация контрфорсных и арочных плотин.

##### **Тема 2. Задачи расчёта и проектирования гравитационной плотины на скальном основании**

Перечень рассматриваемых вопросов:

- анализ основного профиля (теоретического) гравитационной плотины;
- реальные профили гравитационной плотины и особенности конструкции (галереи, швы, дренажи, цементационная завеса, зуб);
- системы разрезки массивных бетонных плотин;
- задачи расчётов гравитационных плотин;
- определение действующих нагрузок на массивную гравитационную плотину на скальном основании;
- определение действующих нагрузок на гравитационную плотину с расширенными швами.
- влияние расширенных швов на устойчивость гравитационной плотины.
- системы разрезки массивных бетонных плотин.
- расчёты устойчивости гравитационной плотины.

#### **Раздел 3. Напряжённо-деформированное состояние гравитационных плотин**

##### **Тема 1. Расчёт прочности гравитационной плотины**

Перечень рассматриваемых вопросов:

- методы расчёта напряжённого состояния тела гравитационной плотины;
- расчёт прочности гравитационной плотины методом сопротивления материалов для эксплуатационного и строительных случаев.

##### **Тема 2. Анализ напряженно-деформированного состояния гравитационных плотин.**

Перечень рассматриваемых вопросов:

- влияние различных факторов на напряжённое состояние и прочность

гравитационных плотин, в том числе конструктивных факторов плотины;

- анализ напряженного состояния для строительного периода эксплуатации;

- современные пути удешевления и усовершенствования конструкций бетонных гравитационных плотин.

#### **Раздел 4. Водосбросные сооружения гидроузлов с высокими бетонными плотинами**

##### **Тема 1. Конструкции и задачи расчёта водосбросов в гидроузлах с высокими бетонными плотинами**

Перечень рассматриваемых вопросов:

- типы применяемых водосбросов;

- береговые водосбросы;

- водосбросы в теле гравитационных плотин;

- водосбросы строительного периода;

- задачи гидравлического расчёта;

- оценка размыва в нижнем бьефе за водосбросами с носками-трамплиниами.

##### **Тема 2. Особенности работы высоконапорных водосбросов.**

Перечень рассматриваемых вопросов:

- оценка кавитационно-эрэзионных условий на поверхностях водосброса;

- меры борьбы с опасной кавитационной эрозией бетонной водосливной поверхности;

- примеры использования аэраторов потока в водосбросах;

- задачи проектирования аэраторов потока.

#### **Раздел 5. Современные тенденции в строительстве бетонных гравитационных плотин из укатанного бетона**

Перечень рассматриваемых вопросов:

- плотины из укатанного бетона и понятие «укатанный бетон»;

- мировые тенденции в строительстве плотин из УБ;

- типы укатанного бетона, их характеристики и составы;

- типы плотин из укатанного бетона (арочные, арочно-гравитационные, гравитационные и симметричного профиля);

- общие сведения о технологии строительства плотин из укатанного бетона.

## **2 семестр**

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнено)	Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ/С всего/*	ПКР всего/*	
Раздел 1. Компоновки высоконапорных гидроузлов					
Тема 1. Компоновки высоконапорных гидроузлов с каменно-земляными и каменно-набросными плотинами.	18	2	4		12

Раздел 2. Каменно-земляные и каменно-набросные плотины.	<b>80/2</b>	<b>1 2</b>	<b>8/2</b>		<b>60</b>
Тема 1. Классификация каменно-земляных и каменно-набросных плотин. Современные тенденции в строительстве. Каменно-насыпные плотины.	20	4			16
Тема 2. Расчетное обоснование параметров плотин. Выполнение курсового проекта.	50	6	8/2		36
Тема 3. Вопросы технологии строительства каменно-земляных и каменно-набросных плотин	10	2			8
Раздел 3. Водосбросы в гидроузлах с каменно-земляными плотинами строительного и эксплуатационного периодов.	<b>50/2</b>	<b>6</b>	<b>8/2</b>		<b>36</b>
Тема 1. Конструкции береговых водосбросов	10	2			8
Тема 2. Расчётное обоснование конструкций туннельных водосбросов. Выполнение курсового проекта.	40	4	8/2		28
Раздел 4. Глубинные водосбросы.	<b>29.6</b>	<b>4</b>	<b>4</b>		<b>21.6</b>
Тема 1. Затворные камеры и входные оголовки глубинных отверстий	10	2			8
Тема 2. Прогноз кавитации и кавитационной эрозии. Выполнение курсового проекта.	19.6	2	4		13.6
Консультация перед экзаменом	2			2	
КРА	0.4			0.4	
Всего за 2 семестр	144/4	24	24/ 21	2.4	129.6
Итого по дисциплине	324/8	40	48/ 8	7.8	228.2

\* в том числе практическая подготовка

## Содержание

### 2 семестр

#### **Раздел 1. Компоновки высоконапорных гидроузлов с каменно-земляными и каменно-набросными плотинами**

Тема 1. Компоновки высоконапорных гидроузлов с грунтовыми плотинами

Перечень рассматриваемых вопросов:

- примеры компоновок высоконапорных гидроузлов с каменно-земляными и каменно-набросными плотинами;
- условия применения компоновок.

#### **Раздел 2 «Каменно-земляные и каменно-набросные плотины»**

## **Тема 1. Особенности конструкций каменно-земляных и каменно-набросных плотин и современные тенденции в проектировании**

Перечень рассматриваемых вопросов:

- особенности конструкций каменно-земляных и каменно-набросных плотин и противофильтрационные устройства;
- современные тенденции в проектировании каменно-земляной плотины с ядром и экраном;
- достоинства и недостатки каменно-земляной плотин с ядром и экраном;
- требования к грунтам тела плотины и переходным зонам;
- негрунтовые ПФУ в каменно-набросных плотинах и условия их работы.

## **Тема 2. Расчетное обоснование параметров плотин**

Перечень рассматриваемых вопросов:

- определение отметки гребня;
- расчет параметров крепления верхового откоса;
- фильтрационный расчёт каменно-земляной плотины;
- общие положения расчёта прочности и устойчивости плотин;
- поровое давление консолидации в ядрах каменно-земляных плотин;
- расчёт устойчивости откосов.

## **Тема 3. Вопросы технологии строительства каменно-земляных и каменно-набросных плотин**

Перечень рассматриваемых вопросов:

- общие требования к грунтам призм плотины и грунтовым ПФУ;
- технология укладки грунта и применяемая техника.

## **Раздел 3. Водосбросы в гидроузлах с каменно-земляными плотинами строительного и эксплуатационного периодов**

### **Тема 1. Конструкции береговых водосбросов**

Перечень рассматриваемых вопросов:

- береговые водосбросы открытого и закрытого типов (конструкции, назначение основных элементов и область применения);
- шахтный водосброс с безнапорным отводящим туннелем;
- водосброс с фронтальным подводом воды;
- концевые сооружения туннельных водосбросов.

## **Тема 2. Расчётное обоснование конструкций туннельных водосбросов**

Перечень рассматриваемых вопросов:

- расчёт безнапорного шахтного водосброса;
- проектирование отводящего туннеля с учётом самоаэрации потока;
- проектирование концевого сооружения водосброса в виде носка-трамплина.
- особенности пропуска строительных расходов в высоконапорных гидроузлах с грунтовыми плотинами;
- понятие «очередь строительства гидроузла»;
- строительные тунNELи и задачи расчёта;
- гидравлический расчёт строительного туннеля.

## **Раздел 4. Глубинные затворные камеры и входные оголовки**

## глубинных отверстий

Перечень рассматриваемых вопросов:

- область применений затворных камер, конструкции;
- задачи и особенности проектирования затворных камер;
- прогноз кавитации и кавитационной эрозии на входных оголовках глубинных отверстий, на элементах затворных камерах и за неровностями отводящего тракта водосброса

### 4.3. Лекции/практические занятия

Таблица 4  
Содержание лекций/практических занятий и контрольных мероприятий  
1 семестр

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций/практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов/ из них практиче- ская подгото- вка
		Раздел 1. Компоновки гидроузлов			
1	Тема 1. Компоновки высоконапорных гидроузлов с высокими плотинами	Лекция №1. Компоновки высоконапорных гидроузлов с высокими бетонными и грунтовыми плотинами. Состав сооружений. Примеры гидроузлов и гидротехнических комплексов Использовать “сквозные” цифровые технологии - большие данные (Big Data) - огромный объем хранящейся на каком-либо носителе информации. Это не только сами данные, но и технологии их обработки и использования, методы поиска необходимой информации в больших массивах. Накопление, анализ и обработка	УК-1, УК-2, ПКос-2, ПКос-3	устный опрос	2

	<p>больших данных в строительной отрасли становится все более актуальными и востребованными . Big data является отличным инструментом для прогнозирования, так как на основе накапливаемых данных можно рассчитать возможности достижения целей проекта. Сбор и анализ больших данных позволяет отследить состояние объекта, изменения на рынке и тд. Big Data, Data Mining.</p>			
	<p>Практическое занятие №1. Выдача задания на курсовое проектирование «Высоконапорный гидроузел с бетонной плотиной». Изучение исходных данных. Выбор створа гидроузла и предварительная компоновка сооружений, Предварительная компоновка гидроузла, выбор створа гидроузла и типа плотины. Использование комплекса программ расчета гидротехнических сооружений средствами программы Excel, выполненный преподавателями кафедры. Использование современных компьютерных программ</p>	УК-1, УК-2, ПКос-2, ПКос-3	устный опрос	2

	(APM Multiphysics; Bentley software, ArchiCAD.			
2	Раздел 2. Классификация бетонных плотин. Теоретический и реальные профили гравитационной плотины; задачи расчётов			
	Тема 1. Классификация бетонных плотин. Область применения плотин на скальном основании	Лекция №1. Классификация бетонных плотин. Гравитационные плотины. Область применения. Типы и конструкции. Классификация контрфорсных и арочных плотин	УК-1, УК-2, ПКос-2, ПКос-3	устный опрос 2
	Тема 2 Задачи расчёта и проектирования гравитационной плотины на скальном основании	Лекция №2. Задачи расчёта и проектирования гравитационной плотины на скальном основании. Теоретический и реальные профили гравитационной плотины. Особенности конструкции Можно будет использовать некоторые алгоритмы и программы – искусственный интеллект для решения отдельных задач. Сфера применения искусственного интеллекта достаточно широки и уже сейчас используют для координации процесса строительства. Так, с помощью искусственного интеллекта уже можно оценить риски проекта на основе ранее накопленных данных и построить предиктивные модели. ArchiCAD.	УК-1, УК-2, ПКос-2, ПКос-3	устный опрос 2

<b>№ п/ п</b>	<b>№ раздела</b>	<b>№ и название лекций/ практических занятий</b>	<b>Формируемые компетенции</b>	<b>Вид контрольного мероприятия</b>	<b>Кол-во часов</b>
		Практическое занятие №1. Принципы конструирования профиля высокой гравитационной плотины. Назначение заложения граней плотины.	УК-1, УК-2, ПКос-2, ПКос-3	устный опрос	2
		Практическое занятие №2. Назначение размеров элементов поперечного профиля тела высокой гравитационной плотины. Противофильтрационные и дренажные устройства в основании. Разрезка плотины на секции.	УК-1, УК-2, ПКос-2, ПКос-3	устный опрос	2/1
		Практическое занятие №3. Определение действующих нагрузок на гравитационную плотину.	УК-1, УК-2, ПКос-2, ПКос-3	Устный опрос	2
		Практическое занятие №4. Расчёт устойчивости гравитационной плотины на сдвиг. Мероприятия по повышению устойчивости гравитационной плотины на сдвиг Использование комплекса программ расчета гидротехнических сооружений средствами программы Excel, выполненный преподавателями кафедры.	УК-1, УК-2, ПКос-2, ПКос-3	Устный опрос	2/1
3	Раздел 3. Напряжённо-деформированное состояние гравитационных плотин.				
	Тема 1. Расчёты прочности гравитацион- ной плотины	Лекция №1. Расчёты прочности гравитационной плотины. Расчетные случаи. Методы расчетов.	УК-1, УК-2, ПКос-2, ПКос-3	устный опрос	2

	<p>Практическое занятие №1. Расчёт прочности гравитационной плотины методом сопротивления материалов. Определение напряжений в основании и теле плотины. Использовать “сквозные” цифровые технологии - большие данные (Big Data) - огромный объем хранящейся на каком-либо носителе информации. Это не только сами данные, но и технологии их обработки и использования, методы поиска необходимой информации в больших массивах. Накопление, анализ и обработка больших данных в строительной отрасли становятся все более актуальными и востребованными. Big Data, Data Mining являются отличным инструментами для прогнозирования, так как на основе накапливаемых данных можно рассчитать возможности достижения целей проекта. Сбор и анализ больших данных позволяет отследить состояние объекта, изменения на рынке и т.д.</p>	УК-1, УК-2, ПКос-2, ПКос-3	Устный опрос	2/1
	<p>Практическое занятие №2. Расчёт прочности гравитационной плотины методом сопротивления материалов (продолжение). Использование комплекса программ расчета гидротехнических сооружений средствами программы Excel, выполненный преподавателями кафедры.</p>	УК-1, УК-2, ПКос-2, ПКос-3	Устный опрос	2

	Тема 2. Анализ напряженно - деформиров анного состояния гравитацион ных плоти	Лекция №1. Анализ напряженно-деформированного состояния гравитационных плотин. Зонирование бетона в теле плотин по классам бетона. Разрезка плотины на секции. Деформационные швы и их уплотнения	УК-1, УК-2, ПКос-2, ПКос-3	устный опрос	2
		Практическое занятие №1 Анализ напряженно-деформированного состояния гравитационных плотин. Критерии прочности бетона плотин. Сравнение фактических и критериальных значений. Выводы.	УК-1, УК-2, ПКос-2, ПКос-3	Устный опрос	2
4	Раздел 4. гидроузлов плотинами.	Водосбросные сооружения с высокими бетонными			
	Тема 1. Конструкци и и задачи расчёта водосбросов в гидроузлах с высокими бетонными плотинами	Лекция №1. Конструкции и задачи расчёта водосбросов в гидроузлах с высокими бетонными плотинами. Примеры водосбросов.	УК-1, УК-2, ПКос-2, ПКос-3	устный опрос	2
		Практическое занятие №1. Гидравлический расчёт водосброса в теле гравитационной плотины с поверхностью забором воды. Расчет входного оголовка. Определение параметров потока на водоскате. Использование комплекса программ расчета гидротехнических сооружений средствами программы Excel, выполненный преподавателями кафедры. Использование современных компьютерных программ (APM Multiphysics; Bentley software, flow vision, ArchiCAD	УК-1, УК-2, ПКос-2, ПКос-3	Устный опрос	2/1

<b>№ п/п</b>	<b>№ раздела</b>	<b>№ и название лекций/ практических занятий</b>	<b>Формируемые компетенции</b>	<b>Вид контрольного мероприятия</b>	<b>Кол-во часов</b>
		Практическое занятие №2. Проектирование концевого участка высоконапорного водосброса. Анализ результатов расчёта водосброса.	УК-1, УК-2, ПКос-2, ПКос-3	Устный опрос	2
	Тема 2. Особенности работы высоконапорных водосбросов	Лекция №1. Особенности работы высоконапорных водосбросов	УК-1, УК-2, ПКос-2, ПКос-3	устный опрос	2
		Практическое занятие №1. Учет особенностей гидравлического режима высокоскоростного потока. Анализ результатов расчёта и проектирования гравитационной плотины на скальном основании.	УК-1, УК-2, ПКос-2, ПКос-3	Устный опрос	2
5	Раздел 5 Современные тенденции в строительстве бетонных плотин				
	Тема 1. Современные тенденции в строительстве бетонных плотин.	Лекция №1. Технологические и конструктивные мероприятия по удешевлению гравитационных плотин. Можно будет использовать некоторые алгоритмы и программы – искусственный интеллект для решения отдельных задач Сфера применения искусственного интеллекта достаточно широки и уже сейчас используют для координации процесса строительства. Так, с помощью искусственного интеллекта уже можно оценить риски проекта на основе ранее накопленных данных и построить предиктивные модели.	УК-1, УК-2, ПКос-2, ПКос-3	устный опрос	2

	ArchiCAD			
	Практическое занятие №1. Типы плотин из укатанного бетона (арочные, арочно-гравитационные, гравитационные и симметричного профиля). Конструктивные особенности.	УК-1, УК-2, ПКос-2, ПКос-3	устный опрос	2

## 2 семестр

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций /практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во Часов/ из них практическая подготовка
1	Раздел 1. Компоновки высоконапорных гидроузлов с каменно-земляными и каменно-набросными плотинами				
	Тема 1. Компоновки высоконапорных гидроузлов с каменно-земляными и каменно-набросными плотинами	Лекция №1. Компоновки высоконапорных гидроузлов с высокими грунтовыми плотинами. Состав сооружений. Использовать “сквозные” цифровые технологии - большие данные (Big Data) - огромный объем хранящейся на каком-либо носителе информации. Это не только сами данные, но и технологии их обработки и использования, методы поиска необходимой информации в больших массивах. Накопление, анализ и обработка больших данных в строительной отрасли	УК-1, УК-2, ПКос-2, ПКос-3	устный опрос	2

		становятся все более актуальными и востребованными. Big data является отличным инструментом для прогнозирования, так как на основе накапливаемых данных можно рассчитать возможности достижения целей проекта. Сбор и анализ больших данных позволяет отследить состояние объекта, изменения на рынке и тд. Big Data, Data Mining.			
		Практическое занятие №1. Примеры гидроузлов и гидротехнических комплексов с высокими грунтовыми плотинами. Особенности работы.	УК-1, УК-2, ПКос-2, ПКос-3	устный опрос	2
		Практическое занятие №2. Выдача задания на расчетно-графическую работу. Изучение исходных данных. Выбор створа гидроузла и предварительная компоновка сооружений.	УК-1, УК-2, ПКос-2, ПКос-3	устный опрос	2
2	Раздел 2. Каменно-земляные и каменно-набросные плотины.				
	Тема 1. Классификация каменно-земляных и каменно-набросных плотин.	Лекция №1. Классификация каменно-земляных и каменно-набросных плотин. Типы и конструкции. Можно будет использовать некоторые алгоритмы и программы – искусственный интеллект для решения отдельных задач Сфера применения искусственного интеллекта достаточно широки и уже сейчас используют для координации процесса строительства. Так, с помощью искусственного	УК-1, УК-2, ПКос-2, ПКос-3	устный опрос	2

		интеллекта уже можно оценить риски проекта на основе ранее накопленных данных и построить предиктивные модели. ArchiCAD.			
		Лекция №2. Современные тенденции в строительстве каменно-земляных и каменно-набросных плотин. Каменно-насыпные плотины	УК-1, УК-2, ПКос-2, ПКос-3	устный опрос	2
	Тема 2. Расчетное обоснование плотин	Лекция №1. Расчетное обоснование параметров каменно-земляных и каменно-набросных плотин (обоснование заложения откосов; расчет отметки и конструирование гребня плотины; расчет и конструирование креплений откосов).	УК-1, УК-2, ПКос-2, ПКос-3	устный опрос	2
		Лекция №2. Расчетное обоснование параметров каменно-земляных и каменно-набросных плотин (обоснование размеров противофильтрационных устройств; расчет переходных зон).	УК-1, УК-2, ПКос-2, ПКос-3	устный опрос	2
		Лекция №3. Расчетное обоснование параметров каменно-земляных и каменно-набросных плотин (расчеты устойчивости откосов и осадки плотины) Использование комплекса программ расчета гидротехнических сооружений средствами программы Excel, выполненный преподавателями кафедры.	УК-1, УК-2, ПКос-2, ПКос-3	устный опрос	2
		Практическое занятие №1. Выбор типа каменно-земляной плотины. Назначение заложения откосов плотины.	УК-1, УК-2, ПКос-2, ПКос-3	устный опрос	2

		Практическое занятие №2. Назначение размеров элементов поперечного профиля тела высокой грунтовой плотины. Определение отметки гребня плотины.	УК-1, УК-2, ПКос-2, ПКос-3	Устный опрос	2/1
		Практическое занятие №3. Противофильтрационные и дренажные устройства в теле и в основании плотины. Фильтрационные расчеты плотины. Использование комплекса программ расчета гидротехнических сооружений средствами программы Excel, выполненный преподавателями кафедры	УК-1, УК-2, ПКос-2, ПКос-3	Устный опрос	2/1
		Практическое занятие №4. Расчёт устойчивости плотины. Определение осадки и объема плотины	УК-1, УК-2, ПКос-2, ПКос-3	Устный опрос	2
	Тема 3. Вопросы технологии строительства каменно-земляных и каменно-набросных плотин	Лекция №1. Особенности технологии возведения каменно-земляных и каменно-набросных (каменно-насыпных) плотин	УК-1, УК-2, ПКос-2, ПКос-3	устный опрос	2
3	Раздел 3. Водосбросы в гидроузлах с каменно-земляными плотинами строительного и эксплуатационного периодов.				
	Тема 1. Конструкции береговых водосбросов	Лекция №1. Особенности конструкций открытых береговых водосбросов. Использовать “сквозные” цифровые технологии - большие данные (Big Data) - огромный объем хранящейся на каком-либо	УК-1, УК-2, ПКос-2, ПКос-3	устный опрос	2

		<p>носителе информации. Это не только сами данные, но и технологии их обработки и использования, методы поиска необходимой информации в больших массивах. Накопление, анализ и обработка больших данных в строительной отрасли становятся все более актуальными и востребованными. Big Data, Data Mining являются отличным инструментами для прогнозирования, так как на основе накапливаемых данных можно рассчитать возможности достижения целей проекта. Сбор и анализ больших данных позволяет отследить состояние объекта, изменения на рынке и т.д.</p>			
	Тема 2. Расчётоное обоснование конструкций туннельных водосбросов	Лекция №1. Типы и конструкции туннельных водосбросов. Основы гидравлических расчетов.	УК-1, УК-2, ПКос-2, ПКос-3	устный опрос	2
		Лекция №2. Основы гидравлических расчетов туннельных водосбросов.	УК-1, УК-2, ПКос-2, ПКос-3	устный опрос	2
		Практическое занятие №1. Выбор трассы водосброса. Расчет строительного водосброса и определение отметок перемычек.	УК-1, УК-2, ПКос-2, ПКос-3	Устный опрос	2

		<p>Практическое занятие №2. Гидравлические расчеты шахтного водосброса с вертикальной шахтой. Проектирование и расчет водосливной воронки и противоводоворотных устройств. Расчет и проектирование шахты и сопрягающего колена. Использование комплекса программ расчета гидротехнических сооружений средствами программы Excel.</p>	УК-1, УК-2, ПКос-2, ПКос-3	Устный опрос	2/1
		<p>Практическое занятие №3. Определение параметров кривой подпора в отводящем туннеле. Аэрация потока.</p>	УК-1, УК-2, ПКос-2, ПКос-3	Устный опрос	2
		<p>Практическое занятие №4. Расчет и конструирование устройств сопряжения с нижним бьефом.</p>	УК-1, УК-2, ПКос-2, ПКос-3	Устный опрос	2/1
4	Раздел 4. Глубинные водосбросы.				
	Тема 1. Затворные камеры и входные оголовки глубинных отверстий	<p>Лекция №1. Конструкции и задачи расчёта глубинных водосбросов в гидроузлах с высокими грунтовыми плотинами. Примеры водосбросов. Затворные камеры и входные оголовки глубинных отверстий. Можно будет использовать некоторые алгоритмы и программы – искусственный интеллект для решения отдельных задач</p> <p>Сфера применения искусственного интеллекта достаточно широки и ужесейчас используют для координации процесса строительства. Так, с помощью искусственного</p>	УК-1, УК-2, ПКос-2, ПКос-3	устный опрос	2

		интеллекта уже можно оценить риски проекта на основе ранее накопленных данных и построить предиктивные модели. ArchiCAD.			
	Тема 2. Прогноз кавитации и кавитационной эрозии	Лекция №1. Прогноз кавитации и кавитационной эрозии на входных оголовках глубинных отверстий, на элементах затворных камерах и за неровностями отводящего тракта туннельного водосброса	УК-1, УК-2, ПКос-2, ПКос-3	устный опрос	2
		Практическое занятие №1. Прогноз кавитации и кавитационной эрозии за неровностями отводящего тракта туннельного водосброса.	УК-1, УК-2, ПКос-2, ПКос-3	Устный опрос	2
		Практическое занятие №2. Мероприятия по борьбе с кавитационной эрозией	УК-1, УК-2, ПКос-2, ПКос-3	Устный опрос	2

#### 4.4. Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

Таблица 5

**Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины**  
**1 семестр**

<b>№ п/п</b>	<b>№ раздела/ темы</b>	<b>Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения</b>
1.	1/1	Компоновки высоконапорных гидроузлов с контрфорсными и арочными плотинами. Примеры гидроузлов и гидротехнических комплексов. Условия, влияющие на компоновку гидроузла (УК-1, УК-2, ПКос-2, ПКос-3)
2.	2/1	Классификация арочных плотин (УК-1, УК-2, ПКос-2, ПКос-3)
3.	2/2	Определение действующих нагрузок на гравитационную плотину с расширенными швами. Влияние расширенных швов на устойчивость гравитационной плотины. Системы разрезки массивных бетонных плотин (УК-1, УК-2, ПКос-2, ПКос-3)

4.	3/1	Анализ напряженного состояния плотины для строительного периода эксплуатации (УК-1, УК-2, ПКос-2, ПКос-3)
5.	3/2	Влияние конструктивных факторов плотины на напряжённое состояние (УК-1, УК-2, ПКос-2, ПКос-3)
6.	4/2	Применение аэраторов потока в водосбросном тракте высоконапорных водосбросов. Примеры использования аэраторов потока в водосбросах. (УК-1, УК-2, ПКос-2, ПКос-3)
7.	5/1	Общие сведения о технологии строительства плотин из укатанного бетона. Типы плотин из укатанного бетона (УК-1, УК-2, ПКос-2, ПКос-3)

## 2 семестр

Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

№ п/п	№ раздела/ темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
1.	1/2	Особенности компоновки высоконапорных гидроузлов (УК-1, УК-2, ПКос-2, ПКос-3)
2.	2/2	Общие положения расчёта устойчивости плотин Поровое давление консолидации в ядрах плотин (УК-1, УК-2, ПКос-2, ПКос-3)
3.	2/3	Технология укладки грунта и применяемая техника (УК-1, УК-2, ПКос-2, ПКос-3)
4.	2/2	Особенности пропуска строительных расходов в высоконапорных гидроузлах с грунтовыми плотинами Понятие «очередь строительства гидроузла» (УК-1, УК-2, ПКос-2, ПКос-3)
5.	3/2	Прогноз кавитации и кавитационной эрозии на входных оголовках глубинных отверстий и на элементах затворных камер (УК-1, УК-2, ПКос-2, ПКос-3)

## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Таблица 6

# Применение активных и интерактивных образовательных технологий

## 1 семестр

<b>№ п/п</b>	<b>Тема и форма занятия</b>		<b>Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий</b>
1.	Компоновки высоконапорных гидроузлов с высокими бетонными и грунтовыми плотинами. Состав сооружений. Примеры гидроузлов и гидротехнических комплексов	Л	Демонстрация видеороликов, слайд-фильмов и др. наглядных средств обучения
2.	Изучение исходных данных. Выбор створа гидроузла и предварительная компоновка сооружений,	ПЗ	Демонстрация видеороликов, слайд-фильмов и др. наглядных средств обучения
3.	Классификация бетонных плотин. Гравитационные плотины. Область применения. Типы и конструкции. Классификация контрфорсных и арочных плотин	Л	Демонстрация видеороликов, слайд-фильмов и др. наглядных средств обучения
4.	Задачи расчёта и проектирования гравитационной плотины на скальном основании. Теоретический и реальные профили гравитационной плотины. Особенности конструкции.	Л	Демонстрация видеороликов, слайд-фильмов и др. наглядных средств обучения
5.	Принципы конструирования профиля высокой гравитационной плотины. Назначение заложения граней плотины. Назначение размеров элементов поперечного профиля тела высокой гравитационной плотины. Противофильтрационные и дренажные устройства в основании. Разрезка плотины на секции. Определение действующих нагрузок на гравитационную плотину.	ПЗ	Демонстрация специально созданных обучающих программ (позволяющих применять как активные, так и интерактивные образовательные технологии) расчета критериев безопасности плотин, водосбросов и их элементов и их сравнения с фактическими диагностическими показателями
6.	Расчёты прочности гравитационной плотины. Расчетные случаи. Методы расчетов.	Л	Демонстрация видеороликов, слайд-фильмов и др. наглядных средств обучения
7.	Расчёт прочности гравитационной плотины методом сопротивления материалов. Определение напряжений в основании и теле плотины. Критерии прочности бетона плотин.	ПЗ	Демонстрация специально созданных обучающих программ (позволяющих применять как активные, так и интерактивные образовательные технологии) расчета критериев безопасности плотин, водосбросов и их элементов и их сравнения с фактическими диагностическими показателями
8.	Анализ напряженно-деформированного состояния гравитационных плотин	Л	Демонстрация видеороликов, слайд-фильмов и др. наглядных средств обучения

9.	Анализ напряженно-деформированного состояния гравитационных плотин.. Сравнение фактических и критериальных значений.	ПЗ	Демонстрация специально созданных обучающих программ (позволяющих применять как активные, так и интерактивные образовательные технологии) расчета критериев безопасности плотин, водосбросов и их элементов и их сравнения с фактическими диагностическими показателями
10.	Конструкции и задачи расчёта водосбросов в гидроузлах с высокими бетонными плотинами. Примеры водосбросов	Л	Демонстрация видеороликов, слайд-фильмов и др. наглядных средств обучения
11.	Гидравлический расчёт водосброса в теле гравитационной плотины с поверхностным забором воды. Расчет входного оголовка. Определение параметров потока на водоскате. Проектирование концевого участка высоконапорного водосброса. Анализ результатов расчёта водосброса.	ПЗ	Демонстрация специально созданных обучающих программ (позволяющих применять как активные, так и интерактивные образовательные технологии) расчета критериев безопасности плотин, водосбросов и их элементов и их сравнения с фактическими диагностическими показателями
12.	Технологические и конструктивные мероприятия по удешевлению гравитационных плотин. Типы плотин из укатанного бетона	Л	Демонстрация видеороликов, слайд-фильмов и др. наглядных средств обучения
	(арочные, арочно-гравитационные, гравитационные и симметричного профиля). Конструктивные особенности.		

## 2 семестр

№ п/п	Тема и форма занятия		Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий
1.	Компоновки высоконапорных гидроузлов с высокими грунтовыми плотинами. Состав сооружений. Примеры гидроузлов и гидротехнических комплексов Выбор створа гидроузла и предварительная компоновка сооружений	Л ПЗ	Демонстрация видеороликов, слайд-фильмов и др. наглядных средств обучения
2.	Классификация каменно-земляных и каменно-набросных плотин. Типы и конструкции. Современные тенденции в строительстве каменно-земляных и каменно-набросных плотин. Каменно-насыпные плотины	Л	Демонстрация видеороликов, слайд-фильмов и др. наглядных средств обучения
3.	Расчетное обоснование параметров каменно-земляных и каменно-набросных плотин.	Л	Демонстрация видеороликов, слайд-фильмов и др. наглядных средств обучения

4.	Назначение размеров элементов поперечного профиля тела высокой грунтовой плотины. Определение отметки гребня плотины. Фильтрационные расчеты плотины.	ПЗ	Демонстрация специально созданных обучающих программ (позволяющих применять как активные, так и интерактивные образовательные технологии) расчета критериев безопасности плотин, водосбросов и их элементов и их сравнения с фактическими диагностическими показателями
5.	Особенности технологии возведения каменно-земляных и каменно-набросных (каменно-насыпных) плотин.	Л	Демонстрация видеороликов, слайд-фильмов и др. наглядных средств обучения
6.	Особенности конструкций открытых береговых водосбросов. Типы и конструкции туннельных водосбросов. Основы гидравлических расчетов.	Л	Демонстрация видеороликов, слайд-фильмов и др. наглядных средств обучения
7.	Расчет строительного водосброса и определение отметок перемычек. Гидравлические расчеты шахтного водосброса с вертикальной шахтой. Проектирование и расчет водосливной воронки и противоводоворотных устройств. Расчет и проектирование шахты и сопрягающего колена.	ПЗ	Демонстрация специально созданных обучающих программ (позволяющих применять как активные, так и интерактивные образовательные технологии) расчета критериев безопасности плотин, водосбросов и их элементов и их сравнения с фактическими диагностическими показателями
8.	Проектирование и расчет водосливной воронки и противоводоворотных устройств. Расчет и проектирование шахты и сопрягающего колена.	Л	Демонстрация видеороликов, слайд-фильмов и др. наглядных средств обучения
9.	Конструкции и задачи расчёта глубинных водосбросов в гидроузлах с высокими грунтовыми плотинами. Примеры водосбросов. Затворные камеры и входные оголовки глубинных отверстий.	ПЗ	Демонстрация специально созданных обучающих программ (позволяющих применять как активные, так и интерактивные образовательные технологии) расчета критериев безопасности плотин, водосбросов и их элементов и их сравнения с фактическими диагностическими показателями

Общее количество часов аудиторных занятий с применением интерактивных технологий составляет 26 часов (29,5 % от объема аудиторных часов по дисциплине).

Все занятия проводятся с использованием проблемного метода обучения, когда преподаватель в ходе занятия ставит перед студентами учебные проблемы по конкретным сооружениям и их элементам с последующей решением проблем с помощью специально разработанных комплексов обучающих учебных программ с возможностью вариантной проработки решений и проведением анализа результатов и стимулирует их разрешение студентами, подводя итог полученным результатам.

Применяемое оборудование: занятия проводятся в аудитории, оснащенной персональными компьютерами с установленными на них необходимыми компьютерными программами. Использование видеопроектора для показа презентаций (с работающими в интерактивном режиме программами расчета) позволяет, как сформировать учебную проблему, так и проверить усвоение лекционного курса и курса практических занятий путем тестирования в режиме реального времени правильности ответов студентов.

## **6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

**6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности**

### **Примерная тематика курсовых работ**

Учебным планом предусмотрено выполнение курсового проекта в 1 семестре «Высоконапорный гидроузел с бетонной плотиной» и во 2 семестре расчетно-графической работы «Гидроузел с высокой грунтовой плотиной», включающие проведение ряда расчетов по проектированию сооружений этих гидроузлов, по оценке прочности и устойчивости сооружений, по разработке вопросов пропуска строительных расходов и гидравлическим расчетам элементов водопропускных сооружений.

Текущий контроль осуществляется по итогам выполнения студентами курсового проекта в соответствии с календарным планом его выполнения. К экзаменам допускаются студенты, сдавшие курсовой проект на положительную оценку и выполнившие программу курса.

Курсовые проекты выполняются по индивидуальным заданиям.

Основные вопросы, которые рассматриваются в курсовом проекте «Высоконапорный гидроузел с бетонной плотиной»:

- компоновка гидроузла с бетонной гравитационной плотиной;
- расчёт профиля массивной гравитационной плотины и проектирование его элементов (гребень, галереи, потерны, цементационная завеса, дренаж, зонирование бетона по классам, конструкции швов);
- сбор действующих нагрузок на плотину;
- расчёт прочности гравитационной плотины (для эксплуатационного и строительных случаев эксплуатации);
- расчёт устойчивости гравитационной плотины;
- гидравлический расчёт водосброса в теле плотины с поверхностным забором воды;
- оценка скоростного режима на водосливной грани плотины и вероятности появления самоаэрации потока;
- кавитационно-эрзационный прогноз для неровностей водосливной грани плотины;
- оценка сопряжения бьефов и выбор отметки носка для отбrosa струи и расчёт траектории струи;
- расчёт размыва в нижнем бьефе;

- выводы.

Основные вопросы, которые рассматриваются в РГР «Гидроузел с высокой грунтовой плотиной»:

- разработка компоновки гидроузла с каменно-земляной высокой плотиной;
- проектирование каменно-земляной плотины (определение отметки гребня плотины; назначение берм; выбор сопряжения ПФУ с основанием; назначение типа ПФУ и его размеров; назначение грунтов призм, ПФУ и переходных зон; расчёт крепления верхового откоса; расчёт кривой депрессии в ПФУ; расчёт устойчивости низового откоса; вписывание плотины в створ гидроузла);
- вопросы технологии строительства каменно-земляной плотины;
- назначение трассы эксплуатационно-паводкового берегового водосброса и строительного туннельного водосброса;
- гидравлический расчёт эксплуатационно-паводкового водосброса (шахтный водосброс с безнапорным отводящим туннелем);
- оценка и анализ специальных вопросов проектирования высоконапорных водосбросов (расчёт воздуховодов, оценка вероятности появления самоаэрации потока и назначение высоты безнапорного туннеля с учетом разбухания потока, прогноз кавитации и кавитационной эрозии на неровностях бетонной поверхности отводящего туннеля);
- гидравлический расчёт строительного туннеля первой очереди;
- выводы.

### **Перечень возможных тем для курсового проектирования:**

Для проекта «Высоконапорный гидроузел с бетонной плотиной»:

№	Тема курсового проекта
1.	Высоконапорный гидроузел №____ с бетонной плотиной
2.	Высоконапорный гидроузел №____ с бетонной плотиной ____ на реке...
3.	Гидроузел №____ с высокой бетонной плотиной
4.	Гидроузел №____ с высокой бетонной плотиной ____ на реке...
5.	Высокая бетонная плотина гидроузла №____
6.	Высокая бетонная плотина гидроузла №____ на реке...
7.	Проектирование гидроузла с высокой бетонной плотиной №____
8.	Проектирование гидроузла с высокой бетонной плотиной №____ на реке...
9.	Проектирование сооружений гидроузла с высокой бетонной плотиной №____
10.	Проектирование сооружений гидроузла с высокой бетонной плотиной №____ на реке...
11.	Разработка проекта сооружений гидроузла с высокой бетонной плотиной №____
12.	Разработка проекта сооружений гидроузла №____ с высокой бетонной плотиной
13.	Разработка проекта сооружений гидроузла №____ с высокой бетонной плотиной на реке...
14.	Высоконапорный гидроузел №____ с бетонной плотиной и поверхностным водосбросом
15.	Высоконапорный гидроузел №____ с бетонной плотиной и поверхностным водосбросом в теле плотины
16.	Высоконапорный гидроузел №____ с бетонной плотиной и глубинным водосбросом в теле плотины
17.	Высоконапорный гидроузел №____ с бетонной плотиной и резервным водосбросом

18.	Высоконапорный гидроузел №__ гидроэнергетического назначения с бетонной плотиной
19.	Гидроузел №__ гидроэнергетического назначения с бетонной плотиной
20.	Гидроузел №__ гидроэнергетического назначения с высокой бетонной плотиной
21.	Гидроузел №__ комплексного назначения с высокой бетонной плотиной
22.	Разработка проекта сооружений гидроузла №__ комплексного назначения с высокой бетонной плотиной
23.	Разработка проекта сооружений гидроузла №__ комплексного назначения с высокой бетонной плотиной на реке...
24.	Проектирование сооружений гидроузла №__ комплексного назначения с высокой бетонной плотиной
25.	Проектирование сооружений гидроузла №__ комплексного назначения с высокой бетонной плотиной на реке...

Задания для подготовки к контрольным мероприятиям, оценочные средства текущего контроля успеваемости и оценочные средства сформированности компетенций приведены в оценочных материалах по дисциплине.

### **Вопросы для подготовки к контрольным мероприятиям (текущий контроль)**

#### **1 семестр**

#### **Вопросы дискуссии по разделу 1.**

#### **"Компоновки гидроузлов с бетонными плотинами"**

<b>№ вопроса</b>	<b>Краткое содержание вопроса</b>
1.	Определение компоновки гидроузла. Дайте характеристику компоновки высоконапорного гидроузла (по чертежу, представленного преподавателем).
2.	Виды компоновок гидроузла. Примеры.
3.	Особенности компоновок высоконапорных гидроузлов. Примеры.
4.	Компоновки гидроузлов с бетонными гравитационными плотинами; особенности пропуска строительных расходов. Примеры.

#### **Вопросы дискуссии по разделу 2.**

#### **«Теоретический и реальные профили гравитационных плотин; задачи расчётов».**

<b>№ вопроса</b>	<b>Краткое содержание вопроса</b>
1.	Перечислите отличия реального профиля гравитационной плотины от теоретического.
2.	В чем заключается главный принцип проектирования бетонной гравитационной плотины ?
3.	Назначение оголовка гравитационной плотины реального профиля и его воздействие на НДС?
4.	Объясните необходимость применения «прилива» на напорной грани гравитационной плотины. Когда следует применять «прилив»?
5.	Перечислите силы, действующие на реальный профиль гравитационной плотины

#### **Вопросы дискуссии по разделу 3**

#### **«Напряженно-деформированное состояние гравитационных плотин»**

<b>№ вопроса</b>	<b>Краткое содержание вопроса</b>
1.	Методы расчета напряженного состояния гравитационных плотин.
2.	Область применения и принцип метода сопротивления материалов для расчета сжимающих напряжений в бетонных плотинах.

3.	В чём заключается главный принцип проектирования бетонной гравитационной плотины?
4.	Каким образом влияет заложение низовой грани гравитационной плотины на сжимающее напряжение в контактном сечении для эксплуатационного случая эксплуатации?
5.	Какое влияние оголовка глухой гравитационной плотины на напряжённое состояние?
6.	Когда необходимо устройство швов-надрезов на низовой грани гравитационной плотины и в какой зоне?

**Вопросы дискуссии по разделу 4**  
**«Водосбросные сооружения гидроузлов с высокими бетонными плотинами»**

№ вопроса	Краткое содержание вопроса
1.	Объясните по каким причинам использование водобойного колодца за высокой бетонной водосливной плотиной на скальном основании можно считать неэффективным.
2.	Причины возникновения повреждений водосбросного тракта высоконапорных водопропускных сооружений и возможные последствия.
3.	Значимость кавитационно-эррозионных повреждений для безопасности водосбросных сооружений.
4.	Условия применения аэраторов потока на водосливной грани высокой бетонной плотины.
5.	Условия возникновения кавитации в водосбросных гидротехнических сооружениях.
6.	Оценки появления кавитации; определение стадии кавитации.
7.	Принцип назначения отметки носка-трамплина на водосливной поверхности бетонной плотины.

**Вопросы дискуссии по разделу 5**  
**«Современные тенденции в строительстве бетонных гравитационных плотин»**

№ вопроса	Краткое содержание вопроса
1.	Пути усовершенствования и удешевления гравитационных плотин
2.	Современные технологии строительства бетонных гравитационных плотин (способы укладки бетона).
3.	Причины применения укатанных бетонов в строительстве гравитационных плотин.
4.	Основные типы укатанного бетона, их особенности и область применения.
5.	Плотины из укатанного бетона со ступенчатой низовой гранью: достоинства и недостатки. Примеры.
6.	Способы повышения устойчивости в плотинах из укатанного бетона. Примеры.
7.	Способы снижения напряжений в плотинах из укатанного бетона.

**Кейсы по разделу 3**  
**Напряженно-деформированное состояние гравитационных плотин**

№ ситуация	Краткое содержание ситуации
1.	Определить и обосновать метод расчета напряженного состояния гравитационной плотины, проектируемой в курсовом проекте (для данных курсового проекта).
2.	Последовательность и цель расчета прочности бетонной плотины методом сопротивления материалов.

3.	Влияние различных факторов на напряженное состояние и прочность бетонной гравитационной плотины.
4.	Для конструкции бетонной плотины, разработанной в курсовом проекте предложить и обосновать возможные пути удешевления её конструкции.
5.	На верховой грани бетонной плотины в эксплуатационный период эксплуатации появляются по расчету растягивающие напряжения. Предложите меры по их устранению (с теоретическим обоснованием).

### Кейсы по разделу 4

#### **Водосбросные сооружения с высокими бетонными плотинами**

№ ситуации	Краткое содержание ситуации
1.	Альтернатива водобойному колодцу за бетонной водосливной плотиной на скальном основании.
2.	Определение рациональной отметки носка-трамплина на водосливной грани бетонной гравитационной плотины.
3.	Последовательность определения допустимой высоты неровности водосливной поверхности водосброса в теле гравитационной плотины (с точки зрения отсутствия кавитационной эрозии).

### 2 семестр

#### **Вопросы дискуссии по разделу 1.**

**"Компоновки высоконапорных гидроузлов с каменно-земляными и каменно-набросными плотинами"**

№ вопроса	Краткое содержание вопроса
1.	Определение компоновки гидроузла. Дайте характеристику компоновки высоконапорного гидроузла (по чертежу, представленного преподавателем).
2.	Виды компоновок гидроузла. Примеры.
3.	Особенности компоновок высоконапорных гидроузлов. Примеры.
4.	Компоновки гидроузлов с высокими грунтовыми плотинами; особенности пропуска строительных расходов. Примеры.

#### **Вопросы дискуссии по разделу 2.**

#### **«Каменно-земляные и каменно-набросные плотины».**

№ вопроса	Краткое содержание вопроса
1.	Перечислите задачи проектирования каменно-земляных плотин.
2.	Требования, предъявляемые к ядрам и экранам каменно-земляных плотин.
3.	Принцип назначения размеров ядра каменно-земляных плотин.
4.	Переходные слои: их назначение, материалы; принцип проектирования.
5.	Конструкции сопряжения яла каменно-земляной плотины с основанием.
6.	Поровое давление консолидации; его роль в устойчивости каменно-земляной плотины.
7.	Требования к грунтам ядра и экрана каменно-земляной плотины.
8.	Требования к грунтам боковых призм каменно-земляных плотин.
9.	Требования к грунтам переходных слоев каменно-земляных плотин.

#### **Вопросы дискуссии по разделу 3**

#### **«Водосбросы в гидроузлах с каменно-земляными плотинами строительного, эксплуатационного и паводкового периодов »**

№ вопроса	Краткое содержание вопроса
1.	Особенность работы безнапорного шахтного водосброса. Обоснование применения безнапорного колена в водосбросе.
2.	Назначение воздуховодов в береговых туннельных водосбросах; область их применения.

3.	Типы водосливных воронок шахтного водосброса.
4.	Условие назначения высоты безнапорного отводящего туннеля.
5.	Какова роль ПВУ в формировании коэффициента расхода воронки шахтного водосброса?
6.	Меры борьбы с переходными режимами в нерегулируемых строительных туннелях.

**Вопросы дискуссии по разделу 4**  
**«Глубинные затворные камеры и входные оголовки глубинных отверстий»**

№ вопроса	Краткое содержание вопроса
1.	Область применения затворных камер; основные типы камер.
2.	Причины возникновения повреждений водосбросного тракта высоконапорных водопропускных сооружений и возможные последствия.
3.	Значимость кавитационно-эррозионных повреждений для безопасности водосбросных сооружений.
4.	Задачи и особенности проектирования затворных камер.
5.	Условия возникновения кавитации в водосбросных гидротехнических сооружениях.
6.	Особенность прогноза кавитации на входных оголовках глубинных отверстий.
7.	Типы возбудителей кавитации в затворных камерах и безэррозионные элементы затворных камер.

Примерный перечень вопросов, выносимых на промежуточную аттестацию (экзамен - 1 семестр):

1. Компоновки гидроузлов с бетонными плотинами.
2. Характеристика компоновки высоконапорного гидроузла (по чертежу, представленному преподавателем).
3. Компоновки высоконапорных гидроузлов комплексного назначения. Их характеристики, условия применения, состав сооружений, их типы и назначение. Компоновки гидроузлов с бетонными плотинами в узких ущельях. Их основные схемы, достоинства и недостатки, примеры реализации.
4. Компоновки высоконапорных гидроузлов комплексного назначения. Их характеристики, условия применения, состав сооружений, их типы и назначение. Компоновки гидроузлов в широких створах с бетонными плотинами.
5. Способы уменьшения стоимости гидроузлов с бетонными плотинами путем совмещения функций при недостаточной ширине русла. Достоинства и недостатки, примеры реализации.
6. Классификация бетонных плотин на скальном основании.
7. Теоретический профиль гравитационной плотины.
8. Достоинства и недостатки гравитационных плотин.
9. Реальные профили гравитационной плотины; задачи расчёта гравитационной плотины; действующие нагрузки на плотину.
10. Основные факторы, определяющие превышение гребня гравитационной плотины над уровнем верхнего бьефа. Назначение отметки гребня плотины.
11. Зональная укладка бетона в теле гравитационных плотин.

12. Конструктивные элементы гравитационных плотин, их назначение и принцип расчёта.
13. Конструкции гребня гравитационной плотины на скальном основании.
14. Дренажные устройства в теле бетонных плотин.
15. Противофильтрационные устройства в основании бетонных плотин.

**Примерный перечень вопросов, выносимых на промежуточную аттестацию (экзамен - 2 семестр):**

1. Компоновки высоконапорных гидроузлов с каменно-земляными и каменно-набросными (каменно-насыпными) плотинами.
2. Компоновки высоконапорных гидроузлов с резервными водосбросами.
3. Основные типы каменно-земляных и каменно-набросных (каменно-насыпных) плотин.
4. Основные типы каменно-земляных плотин. Назначение параметров плотин с ядрами.
5. Основные типы каменно-земляных плотин. Назначение параметров плотин с экранами.
6. Сравнение плотин с ядрами и экранами.
7. Перечислить задачи проектирования каменно-земляных плотин.
8. Принцип назначения размеров ядра каменно-земляной плотины.
9. Требования, предъявляемые к ядрам и экранам каменно-земляных плотин.
10. Параметры, определяющие размер камня и толщину крепления верхового откоса.
11. Переходные слои: их назначение, материалы; принцип проектирования.
12. Конструкции сопряжения ядра каменно-земляной плотины с основанием.
13. Требование к грунтам ядра и экрана каменно-земляных плотин.
14. Фильтрационная прочность грунтов ПФУ каменно-земляных плотин.
15. Требования к грунтам переходных зон каменно-земляных плотин.

## **6.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания**

Показатели и критерии контроля успеваемости, описание шкал оценивания приведены в оценочных материалах дисциплины, в частности, используется традиционная система контроля и оценки успеваемости студентов.

### **Критерии оценивания результатов обучения (зачет)**

<b>Оценка</b>	<b>Критерии оценивания</b>
Оценку «Зачет»	Оценку «Зачет» заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции теоретический материал, учебные задания выполнил не полностью, практические навыки не сформированы
Оценку «Незачет»	Оценку «Незачет» заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции теоретический материал, учебные задания выполнил не полностью, практические навыки не сформированы

## Критерии оценивания результатов обучения (экзамен)

<b>Оценка</b>	<b>Критерии оценивания</b>
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку « <b>отлично</b> » заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – высокий.
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку « <b>хорошо</b> » заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – хороший (средний).
Пороговый уровень «3» (удовлетворите- льно)	оценку « <b>удовлетворительно</b> » заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – достаточный.
Минимальный уровень «2» (неудовлетвори- тельно)	оценку « <b>неудовлетворительно</b> » заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, не сформированы.

## **7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **7.1. Основная литература**

1. Волков, В.И. Открытые береговые водосбросы: учебник / В.И. Волков, А.Г. Журавлева, О.Н. Черных, И.С. Румянцев, В.И. Алтунин. –М.: МГУП, 2012. –244 с. 44 экз.
2. Крутов, Д. А. Гидroteхнические сооружения : учебное пособие для вузов / Д. А. Крутов. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 238 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-12898-7. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/476800>

### **7.2. Дополнительная литература**

1. Гидroteхнические сооружения: учебное пособие для вузов /под ред.

- Н.П. Розанова. -М.: Агропромиздат, 1985. - 432 с., 403 экз.
2. Каганов, Г.М. Гидротехнические сооружения: учебник для техникумов / Г.М. Каганов, И.С. Румянцев, Г.М. Каганова в 2 кн. - М.: Энергоатомиздат, 1994. – кн. 1 - 304 с., 98 экз., 1994. - кн. 2 – 272 с., 100 экз.
  3. Гидротехнические сооружения: Учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению «Стр-во», специальности «Гидротехн. стр- во». Часть 1 /Л.Н. Рассказов и др.; под ред. Л.Н. Рассказова. М.: Изд-во Ассоциация строительных вузов, 2008. - 581 с. - 15 экз.
  4. Волков, В.И. Проектирование сооружений гидроузла с грунтовой плотиной: учебное пособие / В.И. Волков, А.Г. Журавлева, О.Н. Черных –М.: МГУП, 2007. -247 с.- 268 экз.
  5. Волков, В.И. Фильтрационные расчеты гидротехнических сооружений: учебное пособие / В.И. Волков –М.: РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева. Институт природообустройства им. А.Н. Костякова, 2014. –103 с.- 137 экз.
  6. 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. –202 с.- 61 экз.

### **7.3. Нормативные правовые акты**

1. О безопасности гидротехнических сооружений: федер. закон от 23 июля 1997 г.№ 117-ФЗ [принят Гос. Думой 23 июля 1997 г.]. – Собрание законодательства РФ. Официальное издание. №30, ст. 3589. М.: Юридическая литература (с изменениями).
2. О классификации гидротехнических сооружений: постановление Правительства РФ от 2 ноября 2013 г. № 986.
3. О классификации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера: положение, утв. постановлением Правительства Российской Федерации от 21 мая 2007 г. № 304.
4. О федеральном государственном надзоре в области безопасности гидротехнических сооружений: постановление Правительства РФ от 27.10.2012г. № 1108.
5. СП 58.13330.2012. Гидротехнические сооружения. Основные положения (Актуализированная редакция СНиП 33-01-2003). 2012.
6. СП 40.13330.2012 Плотины бетонные и железобетонные (Актуализированная редакция СНиП 2.06.06-85). 2012.
7. СП 39.13330.2012 Плотины из грунтовых материалов (актуализированная редакция СНиП 2.06.05 - 84\*). 2012.
8. СП 23.13330.2011 Основания гидротехнических сооружений (актуализированная редакция СНиП 2.02.02 - 85\*). 2012г.
9. СП 38.13330.2012 Нагрузки и воздействия на гидротехнические сооружения (волновые, ледовые и от судов) (актуализированная

редакция СНиП 2.06.04-82\*). 2012.

10. СП 290.1325800.2016 Водопропускные гидротехнические сооружения (водосбросные, водоспускные и водовыпускные). Правила проектирования, утв. приказом Минстроя России от 16 декабря 2016 года № 954/пр, зарегистрирован Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт).

## **8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

1. Сайт ПАО «РусГидро» <http://www.rushydro.ru> (открытый доступ)
2. Сайт Ростехнадзора <http://www.gosnadzor.ru> (открытый доступ)
3. Сайт Минприроды России <http://www.mnr.gov.ru> (открытый доступ)
4. Служба тематических толковых словарей <http://www.glossary.ru> (открытый доступ).

## **9. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ**

Таблица 9

### **Перечень программного обеспечения**

№ п/п	Наименование раздела учебной дисциплины	Наименование программы	Тип программы	Автор	Год разработки
1.	Все разделы	Microsoft Office, Word, Excel и др.	Расчетная	Microsoft	не ранее 2003 г.

1. Справочная правовая система «КонсультантПлюс». <http://www.consultant.ru> (открытый доступ).
2. Информационно-правовой портал «Гарант» <http://www.garant.ru> (открытый доступ).
3. Информационно-правовая система «Кодекс» <http://www.kodeks.ru> (открытый доступ).
4. Рабочие тетради. Комплекс из 24 тетрадей с программами расчета диагностических показателей состояния и критериев безопасности в редакторе электронных таблиц Excel. М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2016.

## **10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

### **10.1. Требования к аудиториям (помещениям, местам) для проведения занятий:**

1. Компьютерный класс с числом оборудованных компьютерами мест не менее 15.
2. Компьютеры с операционной системой XP или Win 7 или более поздние версии, процессоры с частотой не менее 2 000 МГц, RAM 2 Гбт. (15 шт).

3. Установленный на каждый компьютер пакет программ Office 2010 (Word, Excel, Access, PowerPoint) или более поздней версии.
4. Проектор и экран (передвижной или стационарный).
5. Ноутбук.
6. Современная доска с аксессуарами.

## **10.2. Требования к специализированному оборудованию**

<b>Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы (№ учебного корпуса, № аудитории)</b>	<b>Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы</b>
Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, учебная аудитория для проведения курсового проектирования, учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы № 352 кор.29 (ул.Б.Академическая д.44 строение 5	1.Парти 20 шт. 2.Доска белая 1 шт. 3.Системный блок - 15 шт. (Инв.№№ 210134000000500 - 210134000000514)
Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы. № 357 кор.29 (ул.Б.Академическая д.44 строение 5	1.Парти 6 шт. 2.Доска меловая 1 шт.
ЦНБ имени Н.И. Железнова, читальный зал	Компьютеры – 20 шт. Wi-fi.
Общежитие, комната для самоподготовки (Дмитровское ш., д.47)	Wi-fi
Библиотека ИМВХС им. А.Н. Костякова, читальный зал (ул.Б.Академическая д.44 строение 5)	Wi-fi

## **11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ СТУДЕНТАМ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Работая с литературой, необходимо понять назначение изучаемого сооружения, принцип действия, достоинства и недостатки, область применения. Особое внимание следует уделять рисункам, подрисуночным надписям. Необходимо прорабатывать рисунки с карандашом в руках, что способствует лучшему усвоению изучаемого материала.

Студент, пропустивший занятия, обязан изучить материал пропущенных лекций и практических занятий и в недельный срок подготовить реферат по пропущенным темам и разделам и защитить его.

При изучении курса используются методы и средства коллективной и индивидуальной форм обучения. Преподаватель ставит перед студентами учебную проблему и помогает студентам, побуждая их к самостоятельным поискам её решения. Например, по просьбе преподавателя, объяснить причины возникновения дефектов ГТС, студенты высказывают соображения о путях решения проблемы. Средствами обучения являются: учебники, учебные пособия, модели, плакаты, видеофильмы, видеоролики, слайды и т.п.

При изучении курса используются групповые аудиторные занятия и

внеаудиторные индивидуальные занятия (для закрепления и углубления знаний).

В ходе лекция следует обращать внимание на процессы взаимодействия сооружений в разные этапы его работы с окружающей средой. Необходимо анализировать достоинства и недостатки сооружений, условия их применения. Важными являются также вопросы по обоснованию и выбору типа конструкций и сооружений, обеспечение их надёжности и безопасности, учёту экологических условий при их ремонте и реконструкции.

При изложении материала лекций желательно использовать макеты сооружений, плакаты, компьютерные презентации, слайды и фильмы.

При самостоятельном изучении отдельных разделов курса студентам необходимо дать перечень вопросов, на которые они могут найти ответы в учебной литературе.

Контроль освоения лекционного материала осуществляется путём проведения контрольных работ во время практических занятий с указанием критериев оценки её результатов, а также при проведении зачёта.

Практические занятия целесообразно проводить с применением проблемного метода обучения, что позволит закрепить и углубить знания, полученные в лекционном курсе.

На практических занятиях студенты должны иметь конкретный учебник и пользоваться им, чтобы найти в учебнике ответ на конкретные вопросы преподавателя. Работа студента с книгой в аудитории способствует более глубокому изучению материала и повышает качество подготовки специалистов.

Контроль усвоения знаний на практических занятиях во многом аналогичен усвоению знаний на лекции.

#### **Виды и формы отработки пропущенных занятий.**

Студент, пропустивший занятия, обязан самостоятельно изучить, пользуясь учебной литературой, имеющейся в библиотеке или выданной в виде электронных файлов преподавателем, сведениями интернет-ресурсов, материал пропущенного

занятия с обязательным составлением конспекта по лекционному курсу. Материал считается отработанным после собеседования с преподавателем, оценившим положительно работу студента.

Зачёт по дисциплине является суммарной оценкой, учитывающей степень самостоятельности освоения курса и адекватность ответов при защите реферата.

## **12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Для реализации утвержденного рабочего учебного плана преподаватель должен, кроме надлежащего знания технической и методической сути вопроса, владеть современными методами обучения с использованием разнообразных средств информатики:

1. Уметь пользоваться компьютером и видеопроектором для представления информации в наиболее доступном визуальном режиме. Речь

идет о программах представления презентаций типа Microsoft Power Point, программах для демонстрации видеофильмов, видеороликов, панорамных объемных снимков и т.п.

2. Досконально знать один из редакторов электронных таблиц, например, типа Excel, и уметь разрабатывать с его помощью интерактивные обучающие программы с возможностью мгновенной визуализации результатов расчета на экране монитора в графическом и табличном видах.

3. Владеть и уметь пользоваться программным обеспечением для выполнения графических приложений к курсовым проектам (AutoCad 2004-2016).

4. Владеть пакетом Microsoft Office для возможности представления результатов работ, сделанных в различных программных продуктах, в текстовом редакторе Word, или аналогичном.

5. Владеть различными программными продуктами, используемыми для расчета гидротехнических сооружений.

### **Методы обучения**

При изучении курса используются современные методы и средства коллективной и индивидуальной форм обучения, в частности: при преподавании курса используется в основном проблемные и исследовательский методы обучения (по характеру познавательной деятельности и словесный и наглядный метод (по источнику знаний).

При этом средствами обучения являются так называемые «простые средства»: словесные – учебники, учебные пособия, другие методические разработки, простые визуальные средства – модели, плакаты и «сложные средства»: аудиовизуальные (при объяснениях преподавателя) и автоматизированные при демонстрации преподавателем работающих программ на большом экране и при самостоятельном использовании программ студентами при выполнении расчётов по различным разделам курса.

В том, что касается формы обучения, то в плане классификации формы обучения по количеству и составу студентов, месту учебы и продолжительности учебной работы при изучении этого курса используются групповые аудиторные занятия и внеаудиторные индивидуальные занятия (для углубления и закрепления знаний, доработки выводов и их последующей корректировки, устранения замечаний преподавателя).

Программу разработал:

Ханов Н.В. профессор, д.т.н. кафедры

гидротехнических сооружений



**РЕЦЕНЗИЯ**  
на рабочую программу дисциплины  
**Б1.В.04 Речные гидроузлы и гидротехнические сооружения**  
**ОПОП ВО по направлению 08.04.01 Строительство,**  
**направленность Речные и подземные гидротехнические сооружения**  
**(квалификация выпускника – магистр)**

Али М.С., и.о.заведующего кафедрой сельскохозяйственного водоснабжения, водоотведения, насосов и насосных станций РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, доцентом, к.т.н. проведена экспертиза рабочей программы по дисциплине «Речные гидроузлы и гидротехнические сооружения» ОПОП ВО по направлению 08.04.01 Строительство, направленность Речные и подземные гидротехнические сооружения, разработанной в ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева» профессором, д.т.н. Хановым Н.В.

Рассмотрев представленные на рецензию материалы, рецензент пришел к следующим выводам:

1. Предъявленная рабочая программа дисциплины «Речные гидроузлы и гидротехнические сооружения» (далее по тексту Программа) соответствует требованиям ФГОС ВО по направлению подготовки 08.04.01 Строительство, соответствует требованиям к нормативно-методическим документам.

2. Представленная в Программе *актуальность* учебной дисциплины в рамках реализации ОПОП ВО не подлежит сомнению – дисциплина относится к вариативной части учебного цикла – Б1.

3. Представленные в Программе цели дисциплины соответствуют требованиям ФГОС ВО по направлению 08.04.01 Строительство.

4. В соответствии с Программой за дисциплиной закреплено 4 общепрофессиональная компетенция и 4 профессиональных. Дисциплина «Речные и подземные гидротехнические сооружения» и представленная Программа способны реализовать их в заявленных требованиях. Компетенции не вызывают сомнения в свете профессиональной значимости и соответствия содержанию дисциплины «Речные и подземные гидротехнические сооружения». Результаты обучения, представленные в Программе в категориях знать, уметь, владеть соответствуют специфике и содержанию дисциплины и демонстрируют возможность получения заявленных результатов.

Общая трудоёмкость дисциплины «Речные гидроузлы и гидротехнические сооружения» составляет / в т.ч. практическая подготовка: 9 зачетных единицы (324 часов).

5. Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин соответствует действительности. Дисциплина «Речные гидроузлы и гидротехнические сооружения» взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 08.04.01 Строительство и возможность дублирования в содержании отсутствует. Дисциплина не предусматривает наличие специальных требований к входным знаниям, умениям и компетенциям студента, хотя может являться предшествующей для специальных, в том числе профессиональных дисциплин, использующих знания в области безопасности в профессиональной деятельности магистра по данному направлению подготовки.

6. Представленная Программа предполагает использование современных образовательных технологий, используемые при реализации различных видов учебной работы. Формы образовательных технологий соответствуют специфике дисциплины.

7. Программа дисциплины «Речные и подземные гидротехнические сооружения» предполагает занятия в интерактивной форме.

8. Виды, содержание и трудоёмкость самостоятельной работы студентов, представленные в Программе, соответствуют требованиям к подготовке выпускников, содержащимся в ФГОС направления 08.04.01 Строительство.

9. Представленные и описанные в Программе формы *текущей* оценки знаний (устный опрос, как в форме обсуждения отдельных вопросов, так и выступления и участие в дискуссиях, выполнение расчетов на специально разработанных обучающих программах при выполнении курсовых проектов), соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Форма промежуточного контроля знаний студентов, предусмотренная Программой, осуществляется в форме экзамена, что соответствует статусу дисциплины, как вариативной дисциплины учебного цикла ФГОС ВО направления 08.04.01 Строительство.

10. Формы оценки знаний, представленные в Программе, соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

11. Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено: основной литературой – 2 источника, дополнительной литературой – 6 наименований, нормативными документами – 10 источников, ссылками на электронные ресурсы – программное обеспечение – 4 источника, Интернет-ресурсы – 4 источника и соответствует требованиям ФГОС ВО направления 08.04.01 Строительство.

12. Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует специфике дисциплины «Речные и подземные гидротехнические сооружения» и обеспечивает использование современных образовательных, в том числе интерактивных методов обучения.

13. Методические рекомендации студентам и методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине дают представление о специфике обучения по дисциплине «Речные и подземные гидротехнические сооружения».

## ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины «Речные гидроузлы и гидротехнические сооружения» ОПОП ВО по направлению 08.04.01 Строительство, направленность Речные и подземные гидротехнические сооружения (квалификация (степень) выпускника – магистр), разработанная в ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева» профессором, д.т.н. Хановым Н.В., соответствует требованиям ФГОС ВО, современным требованиям экономики, рынка труда и позволит при её реализации успешно обеспечить формирование заявленных компетенций.

Рецензент:

**Али Мунзер Сулейман,**  
и.о.заведующего кафедрой  
сельскохозяйственного водоснабжения,  
водоотведения, насосов и насосных станций



\_\_\_\_\_ (подпись)