

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
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.
2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.В.02 ПОДЗЕМНЫЕ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИЕ СООРУЖЕНИЯ

для подготовки магистров

ФГОС ВО

Направление: 08.04.01 Строительство

Направленности: Речные и подземные гидротехнические сооружения

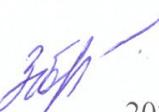
Курс 1

Семестр 1

Форма обучения: очная

Год начала подготовки: 2025

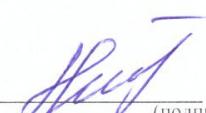
Москва, 2025

Разработчики: Зборовская М.И.
(ФИО, ученая степень, ученое звание) доцент, к.т.н.
«24» 06  2025г.

Рецензент: Смирнов А.П. к.т.н., доцент Г
(ФИО, ученая степень, ученое звание)
«24» 06 2025г.

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

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

Зав. кафедрой Ханов Н.В. профессор, д.т.н.
(ФИО, ученая степень, ученое звание) 
«30» 06 2025г.

Согласовано:

Председатель учебно-методической
комиссии ИМВХС имени А.Н. Костякова
Щедрина Е.В.. доцент, к.т.н.


(подпись)

«25» 08 2025г.

Заведующий выпускающей кафедрой гидротехнических сооружений
Ханов Н.В., профессор, д.т.н.
(ФИО, ученая степень, ученое звание) 
«30» 06 2025г.

Зав.отделом комплектования ЦНБ /

 
(подпись)

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|---|-----------|
| АННОТАЦИЯ..... | 4 |
| 1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ | 5 |
| 3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ..... | 6 |
| 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ..... | 6 |
| 4.1 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ | 6 |
| ПО СЕМЕСТРАМ | 6 |
| 4.2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ..... | 10 |
| 4.3 Лекции /ПРАКТИЧЕСКИЕ/ занятия | 14 |
| 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ | 18 |
| 6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ | 19 |
| 6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности..... | 19 |
| 6.2. Описание показателей и критерии контроля успеваемости, описание шкал оценивания | 21 |
| 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ..... | 21 |
| 7.1 Основная литература..... | 21 |
| 7.2 Дополнительная литература | 22 |
| 7.3 Нормативные правовые акты..... | 22 |
| 7.4 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям | 22 |
| 8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)..... | 22 |
| 9. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ..... | 23 |
| 10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ | 23 |
| 11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ СТУДЕНТАМ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ | 24 |
| 12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ | |

Аннотация

**рабочей программы учебной дисциплины Б1.В.02 «Подземные гидротехнические сооружения»
для подготовки магистра по направлению 08.04.01 «Строительство»
по направленности «Речные и подземные гидротехнические сооружения»**

Цель освоения дисциплины: приобретение студентом знаний, дающих системное представление о подземных гидротехнических сооружениях, а также освоение студентом умений и навыков, позволяющих выполнять работы по сбору исходной информации для проектирования, выбора рационального варианта конструкции подземного гидротехнического сооружения в соответствии с техническим заданием; выполнять оценку адекватности и достоверности информации и осуществлять выбор методики расчётного обоснования и проведение расчётов с учётом различных факторов. Оценивать соответствие проектных решений гидротехнического сооружения нормативно-техническим требованиям на основе результатов расчётного обоснования, оценивать достоверность результатов расчётного обоснования. Системное понимание подземных гидротехнических сооружений как элементов инженерно-гидравлической системы, обеспечивающих пропуск, регулирование и отведение воды в условиях массивов горных пород. Освоение современных цифровых и риск-ориентированных подходов.

Место дисциплины в учебном плане: дисциплина включена в вариативную часть учебного плана по направлению подготовки 08.04.01 «Строительство».

Требования к результатам освоения дисциплины: в результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции: **УК-1.1** (*Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий; Выявление составляющих проблемной ситуации и связей между ними*); **УК-1.2** (*Сбор и систематизация информации по проблеме*); **УК-1.3** (*Оценка адекватности и достоверности информации о проблемной ситуации*); **ПКос-2.1** (*Способность разрабатывать проектные решения и организовывать проектные работы в сфере гидротехнического строительства*; Выбор нормативных документов, устанавливающих требования к проектным решениям гидротехнических сооружений); **ПКос-2.2** (*Составление плана работ по проектированию гидротехнических сооружений*); **ПКос-2.3** (*Выбор и сравнение вариантов проектных технических решений гидротехнических сооружений и их комплексов*); **ПКос-3.1** (*Способность осуществлять и контролировать выполнение обоснования проектных решений в сфере гидротехнического строительства*; Выбор метода и методики выполнения расчётного обоснования

проектного решения гидротехнического сооружения, в т.ч. составление расчётной схемы); **ПКос-3.2** (Выполнение расчетного обоснования проектного решения гидротехнического сооружения и документирование его результатов); ПКос-3.3 (Оценка соответствия проектных решений гидротехнического сооружения нормативно-техническим требованиям на основе результатов расчётного обоснования, оценка достоверности результатов расчётного обоснования).

Краткое содержание дисциплины: Введение в дисциплину. Общие сведения о конструкциях подземных гидротехнических сооружений. Изучение классификации, назначения и конструктивных особенностей подземных ГТС; Инженерно-геологические изыскания и исследования для проектирования и строительства подземных сооружений. Условия работы подземных сооружений. Расчеты подземных гидротехнических сооружений. Основные направления расчетов туннелей. Методы гидравлического и геомеханического расчёта. Понимание закономерности взаимодействия потока и массива. Производство, организация и технология подземных гидротехнических сооружений. Современные технологии комплексного освоения подземного пространства. Освоение современных цифровых и риск-ориентированных подходов.

Общая трудоемкость дисциплины / в т.ч. практическая подготовка: 108 часов (3 зачетных единицы).

Промежуточный контроль по дисциплине: 1 семестр – экзамен.

1. Цель освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Подземные гидротехнические сооружения» является приобретение студентом знаний, дающих системное представление о подземных гидротехнических сооружениях, а также освоение студентом умений и навыков, позволяющих выполнять работы по сбору исходной информации для проектирования, выбора рационального варианта конструкции подземного гидротехнического сооружения в соответствии с техническим заданием; выполнять оценку адекватности и достоверности информации и осуществлять выбор методики расчётного обоснования и проведение расчётов с учётом различных факторов. Оценивать соответствие проектных решений гидротехнического сооружения нормативно-техническим требованиям на основе результатов расчётного обоснования, оценивать достоверность результатов расчётного обоснования. Системное понимание подземных гидротехнических сооружений как элементов инженерно-гидравлической системы, обеспечивающих пропуск, регулирование и отведение воды в условиях массивов горных пород. Освоение современных цифровых и риск-ориентированных подходов.

Современная практика гидротехнического строительства усложняется, включая в оборот основанные на ИТ-технологии новые средства, методы,

технологии проектирования, новые строительные конструкции, устройства и механизмы, новые материалы и т.д. 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, 3D 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, nanoCAD, Renga, Комплекс программ расчёта по выполнению расчётов гидротехнических сооружений и их элементов (средствами программы Excel, OpenFlows/WaterCAD, ГИС «Панорама», Postgres Pro) в области проектирования гидротехнических сооружений упрощают процесс обучения и профессиональной деятельности. Средства создания технологичной проектной среды также могут быть продуктом выпускников направления подготовки «Строительство».

2. Место дисциплины в учебном процессе

Дисциплина «Подземные гидротехнические сооружения» включена в обязательный перечень дисциплин учебного плана вариативной части. Дисциплина «Подземные гидротехнические сооружения» реализуется в соответствии с требованиями ФГОС и Учебного плана по направлению 08.04.01 «Строительство».

Дисциплина «Подземные гидротехнические сооружения» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: Речные гидроузлы и гидротехнические сооружения, Расчёты и исследования гидротехнических сооружений, Расчет гидросооружений с применением программных комплексов, Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена.

Особенностью дисциплины является изучение современных методов проектирования и работы подземного гидротехнического сооружения с учётом взаимодействия с окружающим грунтовым массивом, понимания подземных гидротехнических сооружений (ПГТС) как элементов инженерно-гидравлической системы, обеспечивающих пропуск, регулирование и отведение воды в условиях массивов горных пород с применением современных программных комплексов, алгоритм которых включает в себя данные о свойствах окружающего массива, полученные в результате предшествующих лабораторных исследований в приборах последнего поколения, а также оценка достоверности проводимых расчётов.

Рабочая программа дисциплины «Подземные 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 компетенций, представленных в таблице 1.

4. Структура и содержание дисциплины

4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зач. ед. (108 часов), их распределение по видам работ семестрам представлено в таблице 2.

Таблица 1

Требования к результатам освоения учебной дисциплины

| № п/п | Код компете- нции | Содержание компетенции (или её части) | Индикаторы компетенций | В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны: | | |
|----------|-------------------------|---|--|--|---|---|
| | | | | знать | уметь | владеть |
| 1. | УК-1 | <i>Способен осуществлять Критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий</i> | УК-1.1: выявление составляющих проблемной ситуации и связей между ними | - системные связи и отношения между изучаемыми явлениями, процессами и/или объектами | - выявлять системные связи и отношения между изучаемыми явлениями, процессами и/или объектами | - знаниями о системных связях и отношениях между изучаемыми явлениями, процессами и/или объектами |
| | | | УК-1.2: Сбор и систематизация информации по проблеме | - основные приёмы сбора и систематизации информации по проблеме, в том числе с применением современных цифровых инструментов (Google Jamboard, Доски, Kahoot). | - выбирать приёмы, алгоритмы, средства, критерии для сбора и систематизации информации по проблемам посредством электронных ресурсов, официальных сайтов. | - приёмами, алгоритмами, средствами, критериями сбора и систематизации информации по проблеме навыками обработки и интерпретации информации с помощью программных продуктов Excel, Word, PowerPoint, Pictochart и др., осуществления коммуникации посредством Outlook, Доски, МТС Линк. |

| | | | | | | |
|----|--------|--|---|---|--|--|
| | | | УК-1.3: оценка адекватности и достоверности информации о проблемной ситуации | -пределы, ошибки, ограничения Применяемых методов, моделей и теорий | - оценивать адекватность и достоверность информации о проблемной ситуации | - методами оценки адекватности и достоверности информации о проблемной ситуации |
| 2. | ПКос-2 | <i>Способность разрабатывать проектные решения и организовывать проектные работы в сфере гидротехнического строительства</i> | ПКос-2.1: Выбор нормативных документов, устанавливающих требования к проектным решениям гидротехнических сооружений | - нормативные документы и способы выбора исходной информации для проектирования гидротехнических сооружений | - выбрать нормативные документы и исходную информацию для проектирования гидротехнических сооружений | - знаниями для выбора нормативных документов, устанавливающих требования к проектным решениям гидротехнических сооружений |
| | | | ПКос-2.2: составление плана работ по проектированию гидротехнических сооружений | - порядок составления плана работ по проектированию гидротехнических сооружений | - уметь составлять план работ по проектированию гидротехнических сооружений | - методикой Составления плана работ по проектированию гидротехнических сооружений |
| | | | ПКос-2.3: Выбор и сравнение вариантов проектных технических решений гидротехнических сооружений и их комплексов | - порядок выбора варианта конструктивного решения гидротехнических сооружений и их комплексов в соответствии с техническим заданием и критерии сравнения вариантов. Использование ИКТ для совместной (командной) работы и общения, создания, | - осуществлять выбор и сравнение вариантов проектных технических решений гидротехнических сооружений и их комплексов Умение использовать Интернет-браузеры (Firefox, Internet Explorer, Opera, Google Chrome и т.д.) для просмотра, поиска, фильтрации, организации, хранения, извлечения и анализа | - методикой выбор и сравнение вариантов проектных технических решений гидротехнических сооружений и их комплексов Навыки использования облачных сервисов для просмотра, поиска, фильтрации, организации, хранения, извлечения и анализа данных, информации и цифрового контента (Google Drive, Dropbox, |

| | | | | | |
|-----------|---|--|---|--|---|
| | | | редактирования нового контента, решения концептуальных, технических и практических проблем (таск-трекеры, конференц-решения MS Teams, МТС Линк | данных, информации и цифрового контента. Умение использовать офисные приложения Microsoft Office (MS Excel, MS Word, MS Power Point и др.) и Open Office. | Яндекс диск, Google диск и т.д.). Навыки обработки информации и данных на основе использования ИКТ (ГИС «Панорама», Postgres Pro, MS Excel): сбор и первичная обработка эмпирических данных; эмпирический анализ данных; визуализация данных. |
| 3. ПКос-3 | <i>Способность осуществлять и контролировать выполнение обоснования проектных решений в</i> | ПКос-3.1: выбор метода и методики выполнения расчётного обоснования проектного решения гидротехнического сооружения, в т. ч. составление расчётной схемы | - порядок выбора методики расчетного обоснования проектного решения конструкции здания и сооружения Студенты познакомятся нормативными базами данных (-www.kodeks.ru; -www.cntd.ru сайт Центра нормативно-технической информации). | - выбирать методики расчетного обоснования проектного решения конструкции здания и сооружения Студенты познакомятся с нахождением и использованием нормативных документов из соответствующих баз данных (www.kodeks.ru; -www.cntd.ru сайт Центра нормативно-технической информации). | - выбором методики расчетного обоснования проектного решения конструкции здания и сооружения Студенты познакомятся с нахождением и использованием материалов нормативных документов баз данных (www.kodeks.ru; - www.cntd.ru сайт Центра нормативно-технической информации). |
| | | ПКос-3.2: выполнение расчетного обоснования проектного решения гидротехнического сооружения и | - методы выполнения расчетного обоснования проектного решения гидротехнического сооружения | - выполнять расчетное обоснование проектного решения гидротехнического сооружения | - методами расчетного обоснования проектного решения гидротехнического сооружения |

| | | | |
|--|----------------------------------|--|--|
| | | | |
| <i>сфере гидротехнического строительства</i> | документирование его результатов | | |

ПКос-3.3:
Оценка соответствия проектных решений гидротехнического сооружения нормативно-техническим требованиям на основе результатов расчётного обоснования, оценка достоверности результатов расчётного обоснования

- границы, пределы, ограничения применяемых проектных решений и требования нормативных документов для соответствия и достоверности результатов расчётного обоснования
Студенты познакомятся нормативными базами данных (-www.kodeks.ru; -www.cntd.ru сайт Центра нормативно-технической информации).

- оценивать соответствие проектных решений гидротехнического сооружения нормативно-техническим требованиям на основе результатов расчётного обоснования, оценка достоверности результатов расчётного обоснования
Студенты познакомятся с нахождением и использованием нормативных документов из соответствующих баз данных (www.kodeks.ru; -www.cntd.ru сайт Центра нормативно-технической информации).

методами оценки соответствия проектных решений гидротехнического сооружения нормативно-техническим требованиям на основе результатов расчётного обоснования, методами оценки достоверности результатов расчётного обоснования Студенты познакомятся с нахождением и использованием материалов нормативных документов баз данных (www.kodeks.ru; - www.cntd.ru сайт Центра нормативно-технической информации).

ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 2

Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

| Вид учебной работы | Трудоёмкость | |
|--|-----------------|-------------------------------|
| | час. всего/* | В т. ч. по семестрам №1 |
| Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану | 108 | 108 |
| 1. Контактная работа: | 18,4 | 18,4 |
| Аудиторная работа | 18,4 | 18,4 |
| <i>в том числе:</i> | | |
| лекции (Л) | 8 | 8 |
| практические занятия (ПЗ) | 8 | 8 |
| консультации | 2 | 2 |
| контактная работа на промежуточном контроле (КРА) | 0,4 | 0.4 |
| 2. Самостоятельная работа (СРС) | 89,6 | 89,6 |
| самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиумам и т. д.) | 65 | 65 |
| Подготовка к экзамену (контроль) | 24,6 | 24,6 |
| Вид промежуточного контроля: | Экзамен | |

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

4.2 Содержание дисциплины

ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 3

Тематический план учебной дисциплины

| Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнённо) | Всего | Аудиторная работа | | | Вне ауди торная работа СР |
|---|-------|-------------------|-----------------|----------------|---------------------------------------|
| | | Л | ПЗ/С всего/* | ПКР всего/* | |
| Раздел 1. Введение в дисциплину. | 5 | 1 | - | | 4 |
| Раздел 2. Общие сведения о конструкциях подземных гидротехнических сооружений. | 9 | 1 | - | | 8 |
| Раздел 3. Инженерно-геологические изыскания и исследования для проектирования и строительства подземных сооружений. | 10 | 1 | - | | 9 |
| Раздел 4. Условия работы подземных сооружений. | 10 | 1 | - | | 9 |
| Раздел 5. Расчеты подземных гидротехнических сооружений. | 13 | 2 | 2/1 | | 9 |
| Раздел 6. Основные направления расчетов туннелей. | 13 | 2 | 2/1 | | 9 |

| Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнённо) | Всего | Аудиторная работа | | | Вне аудиторная работа СР |
|---|------------|-------------------|------------|-------------|--------------------------|
| | | Л | ПЗ | ПКР | |
| Раздел 7. Производство, организация и технология подземных гидротехнических сооружений. | 11 | - | 2/1 | | 9 |
| Раздел 8. Современные технологии комплексного освоения подземного пространства. | 10 | - | 2/1 | | 8 |
| <i>Консультации</i> | 2 | | | 2 | |
| <i>контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i> | 0.4 | | | 0,4 | |
| <i>подготовка к экзамену (контроль)</i> | 24,6 | | | - | 24,6 |
| Всего за 7 семестр | 108 | 8 | 8/4 | 2,40 | 89,6 |
| Итого по дисциплине | 108 | 8 | 8/4 | 2,40 | 89,6 |

Раздел 1. «Введение в дисциплину».

Тема 1. Введение.

Перечень рассматриваемых вопросов:

- Введение.
- Основные определения.
- История освоения подземного пространства
- Тенденции и направления использования подземного пространства.

Тема 2. Освоение подземного пространства.

Перечень рассматриваемых вопросов:

- Введение.
- Классификация подземных сооружений.
- Назначение.
- Класс сооружений.

Тема 3. Материалы для подземных конструкций.

Перечень рассматриваемых вопросов:

- Бетон и набрызг - бетон.
- Латексный и другие низкомодульные бетоны.
- Эко-бетон.
- Материалы для растворов и покрытий.
- Применение геосинтетических материалов.

Раздел 2. «Общие сведения о конструкциях подземных гидротехнических сооружений».

Тема 1. Введение.

Перечень рассматриваемых вопросов:

- Введение.
- Конструктивные элементы. Примеры компоновочных решений.
- Научное обоснование.

Тема 2. Основные положения по проектированию подземных сооружений.

Перечень рассматриваемых вопросов:

- Введение.
- Особенности проектирования подземных сооружений.
- Гидроизоляция подземных сооружений.
- Дренаж подземных сооружений.
- Фильтрационные расчеты.

Тема 3. Обделки туннелей и шахт.

Перечень рассматриваемых вопросов:

- Основные положения по проектированию обделок туннелей и шахт.
- Обделки из монолитного бетона и железобетона.
- Сборные обделки.
- Комбинированные обделки.
- Выбор типа обделок.

Раздел 3. «Инженерно-геологические изыскания и исследования для проектирования и строительства подземных сооружений».

Тема 1. Инженерно-геологические изыскания и исследования.

Перечень рассматриваемых вопросов:

- Изучение геологического строения горного массива.
- Инженерно-геологические исследования.
- Исследования физико-механических свойств горных пород.

Тема 2. Осушение и закрепление грунтов в подземном строительстве.

Перечень рассматриваемых вопросов:

- Искусственное понижение уровня грунтовых вод.
- Искусственное замораживание грунтов.
- Химическое закрепление грунтов.
- Струйные технологии в борьбе с фильтрацией.

Раздел 4. «Условия работы подземных сооружений».

Тема 1. Нагрузки на подземные сооружения.

Перечень рассматриваемых вопросов:

- Схематизация горного массива.
- Взаимодействие конструкции подземных сооружений с массивом грунта.
- Нагрузки, воздействия и их сочетания.

Тема 2. Исследования подземных сооружений.

Перечень рассматриваемых вопросов:

- Натурные исследования. Модельные исследования.
- Математическое моделирование.
- Обеспечение безопасности подземных сооружений.

Раздел 5. «Расчеты подземных гидротехнических сооружений».

Тема 1. Теоретические основы статических расчетов подземных сооружений.
Перечень рассматриваемых вопросов:

- Применение численных методов в расчетах подземных сооружений.
- Краткие рекомендации по выбору метода расчета.
- Расчет отделок подземных сооружений статическим методом.

Раздел 6. «Основные направления расчетов туннелей».

Тема 1. Основные направления расчетов обделок туннелей.

Перечень рассматриваемых вопросов:

- Расчет однослойных монолитных бетонных и железобетонных обделок.
- Расчет сборных и многослойных комбинированных обделок.
- Расчет обделок различного очертания.

Тема 2. Инженерные коммуникации туннелей и шахт.

Перечень рассматриваемых вопросов:

- Вентиляция туннелей.
- Системы искусственной вентиляции.
- Искусственное освещение.
- Водоотвод и специальное оборудование.
- Защита от коррозии.

Раздел 7. «Производство, организация и технология подземных гидротехнических сооружений».

Тема 1. Производство и организация подземных гидротехнических работ.

Перечень рассматриваемых вопросов:

- Строительство подземных сооружений открытым способом.
- Строительство подземных сооружений опускным способом.
- Строительство подземных сооружений закрытым способом.
- Передовой опыт строительства подземных сооружений методом «стена в грунте».

Тема 2. Крепление подземных выработок.

Перечень рассматриваемых вопросов:

- Общие сведения.
- Металлическая арочная крепь.
- Анкерная крепь.
- Набрызг-бетонная крепь. Раздел 8. «Современные технологии комплексного освоения подземногопространства мегаполисов».

Тема 1. Современные технологии возведения подземных сооружений.

Перечень рассматриваемых вопросов:

- Специальные способы строительства.
- Методы закрепления грунтов инъекцией.
- Щиты с пригрузом забоя.
- Проходка туннелей под защитой экрана из труб.
- Бестраншейная прокладка инженерных коммуникаций.

4.3 Лекции /практические/ занятия

ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 4

Содержание лекций /практических занятий и контрольные мероприятия

| № п/п | № раздела итемы | № и название практических занятий | Формируемые компетенции | Вид контрольного мероприятия | Кол-во часов |
|-------|---|---|---|------------------------------|--------------|
| | | | | | |
| | | | | | |
| 1. | Тема 1. Введение. Тема 2. Освоение подземного пространства. Тема 3. Материалы для подземных конструкций. | Лекция №1 Тенденции и направления использования подземного пространства. Классификация подземных сооружений. Класс сооружений. Бетон, набрызг – бетон, экобетон и другие виды материалов. | УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; ПКос-2.1; ПКос-2.2; ПКос-2.3; ПКос-3.1; ПКос-3.2; ПКос-3.3 | Виртуальная экскурсия | 1 |
| 2. | Тема 1. Введение. Тема 2. Основные положения по проектированию подземных сооружений. Тема 3. Обделки туннелей и шахт. | Лекция №2 Конструктивные элементы и примеры компоновочных решений. Особенности проектирования подземных сооружений. Гидроизоляция, дренаж и фильтрационные расчеты подземных сооружений. Обделки из монолитного бетона и железобетона. Сборные обделки. Комбинированные обделки. | УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; ПКос-2.1; ПКос-2.2; ПКос-2.3; ПКос-3.1; ПКос-3.2; ПКос-3.3 | Виртуальная экскурсия | 1 |
| 3. | Тема 1. Инженерно-геологические изыскания и исследования. Тема 2. Осушение и закрепление грунтов в подземном строительстве. | Лекция №3 Изучение геологического строения горного массива. Инженерно-геологические исследования. Исследования физико-механических свойств горных пород Искусственное понижение уровня грунтовых вод. Искусственное замораживание грунтов. Химическое закрепление грунтов. Струйные технологии в борьбе с фильтрацией | УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; ПКос-2.1; ПКос-2.2; ПКос-2.3; ПКос-3.1; ПКос-3.2; ПКос-3.3 | Разбор конкретных ситуаций | 1 |

Раздел 4. «Условия работы подземных сооружений».

| | | | | | |
|----|---|---|---|----------------------|---|
| 4. | Тема 1. Нагрузки на подземные сооружения. Тема 2. Исследования подземных сооружений. | Лекция №4 Схематизация горного массива. Взаимодействие конструкции подземных сооружений с массивом грунта. Нагрузки, воздействия и их сочетания. Натурные исследования. Модельные исследования. Математическое моделирование. | УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; ПКос-2.1; ПКос-2.2; ПКос-2.3; ПКос-3.1; ПКос-3.2; ПКос-3.3 | Ситуационные задания | 1 |
|----|---|---|---|----------------------|---|

Раздел 5. «Расчеты подземных гидротехнических сооружений».

| | | | | | |
|----|---|--|---|---------------------------------|---|
| 5. | Тема 1. Теоретические основы статических расчетов подземных сооружений. | Лекция №5 Применение численных методов в расчетах подземных сооружений. Статические методы расчётов. Использование “сквозных” цифровых технологий - больших данных (Big Data) и технологий их обработки Накопление, анализ и обработка больших данных в строительной отрасли. Big data как инструмент для прогнозирования. | УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; ПКос-2.1; ПКос-2.2; ПКос-2.3; ПКос-3.1; ПКос-3.2; ПКос-3.3 | Виртуальная экскурсия | 2 |
| | | Практическая работа №1 Расчет отделок подземных сооружений статическим методом. Использование комплекса программ расчета гидротехнических сооружений средствами программы Excel. Использование современных компьютерных программ (APM Multiphysics; Bentley software, ArchiCAD. | УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; ПКос-2.1; ПКос-2.2; ПКос-2.3; ПКос-3.1; ПКос-3.2; ПКос-3.3 | Виртуальная лабораторная работа | 2 |

Раздел 6. «Основные направления расчетов туннелей и шахт».

| | | | | | |
|----|--|---|---|----------------------------|---|
| 6. | Тема 1. Основные направления расчетов обделок туннелей и шахт. | Лекция №6 Расчет однослойных монолитных бетонных и железобетонных обделок. Расчет сборных и многослойных комбинированных обделок. Искусственный интеллект для решения отдельных задач Искусственный интеллект для координации процесса строительства, оценка рисков | УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; ПКос-2.1; ПКос-2.2; ПКос-2.3; ПКос-3.1; ПКос-3.2; ПКос-3.3 | Анализ конкретных ситуаций | 2 |
|----|--|---|---|----------------------------|---|

| | | | | | |
|--|--|--|---|----------------------|---|
| | | проекта на основе ранее накопленных данных и построение предиктивных моделей. | | | |
| | Тема 2. Инженерные коммуникации туннелей и шахт. | Практическая работа №2 Вентиляция туннелей. Системы искусственной вентиляции. Искусственное освещение. Водоотвод и специальное оборудование. Защита от коррозии. | УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; ПКос-2.1; ПКос-2.2; ПКос-2.3; ПКос-3.1; ПКос-3.2; ПКос-3.3 | Ситуационные задания | 2 |

Раздел 7. «Производство, организация и технология подземных гидротехнических сооружений».

| | | | | | |
|----|--|---|---|----------------------------|---|
| 7. | Тема 1. Производство и организация подземных гидротехнических работ. Тема 2. Крепление подземных выработок. | Практическая работа №3 Строительство подземных сооружений открытым, закрытым и опускным способом. Использование комплекса программ расчета гидротехнических сооружений средствами программы Excel. Общие сведения. Металлическая арочная крепь. Анкерная крепь. Набрызг-бетонная крепь. | УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; ПКос-2.1; ПКос-2.2; ПКос-2.3; ПКос-3.1; ПКос-3.2; ПКос-3.3 | Анализ конкретных ситуаций | 2 |
|----|--|---|---|----------------------------|---|

Раздел 8. «Современные технологии комплексного освоения подземного пространства мегаполисов».

| | | | | | |
|----|---|--|---|----------------------------|---|
| 8. | Тема 1. Современные технологии возведения подземных сооружений. | Практическая работа №4 Специальные способы строительства. Методы закрепления грунтов инъекцией. Щиты с пригрузом забоя. Проходка туннелей под защитой экрана из труб. Бестраншейная прокладка инженерных коммуникаций | УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; ПКос-2.1; ПКос-2.2; ПКос-2.3; ПКос-3.1; ПКос-3.2; ПКос-3.3 | Анализ конкретных ситуаций | 2 |
|----|---|--|---|----------------------------|---|

ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 5

Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

| № п/п | № раздела и темы | Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения |
|--|---|--|
| Раздел 1. «Введение в дисциплину». | | |
| 1. | Тема 1. Введение. | Тенденции и направления использования подземного пространства (УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; ПКос-2.1; ПКос-2.2; ПКос-2.3; ПКос-3.1; ПКос-3.2; ПКос-3.3) |
| 2. | Тема 2. Освоение подземного пространства. | Классификация подземных сооружений. Класс сооружений (УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; ПКос-2.1; ПКос-2.2; ПКос-2.3; ПКос-3.1; ПКос-3.2; ПКос-3.3) |
| 3. | Тема 3. Материалы для подземных конструкций. | Бетон, набрызг – бетон, эко-бетон и другие виды материалов (УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; ПКос-2.1; ПКос-2.2; ПКос-2.3; ПКос-3.1; ПКос-3.2; ПКос-3.3) |
| Раздел 2. «Общие сведения о конструкциях подземных гидротехнических сооружений». | | |
| 4. | Тема 1. Введение. | Конструктивные элементы и примеры компоновочных решений (УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; ПКос-2.1; ПКос-2.2; ПКос-2.3; ПКос-3.1; ПКос-3.2; ПКос-3.3) |
| 5. | Тема 2. Основные положения проектированию подземных сооружений. | Особенности проектирования подземных сооружений. Гидроизоляция, дренаж и фильтрационные расчеты подземных сооружений (УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; ПКос-2.1; ПКос-2.2; ПКос-2.3; ПКос-3.1; ПКос-3.2; ПКос-3.3) |
| 6. | Тема 3. Обделки туннелей и шахт. | Обделки из монолитного бетона и железобетона. Сборные обделки. Комбинированные обделки (УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; ПКос-2.1; ПКос-2.2; ПКос-2.3; ПКос-3.1; ПКос-3.2; ПКос-3.3) |
| Раздел 3. «Инженерно-геологические изыскания и исследования для проектирования и строительства подземных сооружений». | | |
| 7. | Тема 1. Инженерно-геологические Изыскания и исследования. | Изучение геологического строения горного массива. Инженерно-геологические исследования. Исследования физико-механических свойств горных пород (УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; ПКос-2.1; ПКос-2.2; ПКос-2.3; ПКос-3.1; ПКос-3.2; ПКос-3.3) |
| 8. | Тема 2. Осушение и закрепление грунтов в подземном строительстве. | Искусственное понижение уровня грунтовых вод. Искусственное замораживание грунтов. Химическое закрепление грунтов. Струйные технологии в борьбе с фильтрацией (УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; ПКос-2.1; ПКос-2.2; ПКос-2.3; ПКос-3.1; ПКос-3.2; ПКос-3.3) |
| Раздел 4. «Условия работы подземных сооружений». | | |
| 9. | Тема 1. Нагрузки на подземные сооружения. | Схематизация горного массива. Взаимодействие конструкции подземных сооружений с массивом грунта. Нагрузки, воздействия и их сочетания (УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; ПКос-2.1; ПКос-2.2; ПКос-2.3; ПКос-3.1; ПКос-3.2; ПКос-3.3) |
| 10. | Тема 2. Исследования подземных сооружений. | Натурные исследования. Модельные исследования. Математическое моделирование (УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; ПКос-2.1; ПКос-2.2; ПКос-2.3; ПКос-3.1; ПКос-3.2; ПКос-3.3) |
| Раздел 5. «Расчеты подземных гидротехнических сооружений». | | |
| 11. | Тема 1. Теоретические основы статических расчетов подземных сооружений. | Применение численных методов в расчетах подземных сооружений. Статические методы расчётов (УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; ПКос-2.1; ПКос-2.2; ПКос-2.3; ПКос-3.1; ПКос-3.2; ПКос-3.3) |

| № п/п | № раздела и темы | Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения |
|--|--|---|
| Раздел 6. «Основные направления расчетов туннелей и шахт». | | |
| 12. | Тема 1. Основные направления расчетов обделок туннелей и шахт. | Расчет однослойных монолитных бетонных и железобетонных обделок. Расчет сборных и многослойных комбинированных обделок (УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; ПКос-2.1; ПКос-2.2; ПКос-2.3; ПКос-3.1; ПКос-3.2; ПКос-3.3) |
| 13. | Тема 2. Инженерные коммуникации туннелей и шахт. | Вентиляция туннелей. Системы искусственной вентиляции. Искусственное освещение. Водоотвод и специальное оборудование. Защита от коррозии (УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; ПКос-2.1; ПКос-2.2; ПКос-2.3; ПКос-3.1; ПКос-3.2; ПКос-3.3) |
| Раздел 7. «Производство, организация и технология подземных гидротехнических сооружений». | | |
| 14. | Тема 1. Производство и организация подземных гидротехнических работ. | Строительство подземных сооружений открытым, закрытым и опускным способом (УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; ПКос-2.1; ПКос-2.2; ПКос-2.3; ПКос-3.1; ПКос-3.2; ПКос-3.3) |
| 15. | Тема 2. Крепление подземных выработок. | Общие сведения. Металлическая арочная крепь. Анкерная крепь. Набрызг-бетонная крепь (УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; ПКос-2.1; ПКос-2.2; ПКос-2.3; ПКос-3.1; ПКос-3.2; ПКос-3.3) |
| Раздел 8. «Современные технологии комплексного освоения подземного пространства мегаполисов». | | |
| 16. | Тема 1. Современные технологии возведения подземных сооружений. | Специальные способы строительства. Методы закрепления грунтов инъекцией. Щиты с пригрузом забоя. Проходка туннелей под защитой экрана из труб. Бестраншейная прокладка инженерных коммуникаций (УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; ПКос-2.1; ПКос-2.2; ПКос-2.3; ПКос-3.1; ПКос-3.2; ПКос-3.3) |

5. Образовательные технологии

Таблица 6

Применение активных и интерактивных образовательных технологий

| № п/п | Тема и форма занятия | Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий | |
|------------------|---|--|----------------------------|
| 1. | Введение в дисциплину. | ПЗ | Устный опрос |
| 2. | Общие сведения о конструкциях подземных гидротехнических сооружений. | ПЗ | Устный опрос |
| 3. | Инженерно-геологические изыскания и исследования для проектирования и строительства подземных сооружений. | ПЗ | Разбор конкретных ситуаций |
| 4. | Условия работы подземных сооружений. | ПЗ | Разбор конкретных ситуаций |
| 5. | Расчеты подземных гидротехнических сооружений. | ПЗ | Разбор конкретных ситуаций |
| 6. | Основные направления расчетов туннелей и шахт. | ПЗ | Анализ конкретных ситуаций |
| 7. | Производство, организация и технология подземных гидротехнических сооружений. | ПЗ | Анализ конкретных ситуаций |

| № п/п | Тема и форма занятия | Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий | |
|-------|---|---|----------------------------|
| 8. | Современные технологии комплексного освоения подземного пространства. | ПЗ | Анализ конкретных ситуаций |

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 в процессе обучения

Вопросы для устного опроса по теме 1. «Введение в дисциплину»

| № вопроса | Краткое содержание вопроса |
|-----------|---|
| 1. | Назовите основные преимущества использования подземного пространства. |
| 2. | Найдите общие принципы использования подземного пространства. |
| 3. | Приведите пример комплексного использования подземного пространства. |
| 4. | Подземные сооружения в комплексных гидроузлах. |
| 5. | Класс сооружения. |

Вопросы для устного опроса по теме 2. «Общие сведения о конструкциях подземных гидротехнических сооружений»

| № вопроса | Краткое содержание вопроса |
|-----------|--|
| 1. | Классификация подземных гидротехнических сооружений. |
| 2. | Опишите формы поперечных сечений туннелей и укажите области их применения. |
| 3. | Перечислите типы обделок гидротехнических туннелей. |
| 4. | Виды материалов, применяемых при создании обделок. |
| 5. | Принципы выбора типа обделок. |

Вопросы к разбору конкретных ситуаций по теме 3 «Инженерно-геологические изыскания и исследования для проектирования и строительства подземных сооружений»

| № вопроса | Краткое содержание вопроса |
|-----------|--|
| 1. | Задачи изучения геологического строения горного массива. |
| 2. | Инженерные классификации массивов горных пород. |
| 3. | Методы исследования физико-механических свойств горных пород. |
| 4. | Напластование, трещиноватость, неоднородность и анизотропность горных пород. |
| 5. | Геомеханические модели горных пород. |

Вопросы к разбору конкретных ситуаций по теме 4
«Условия работы подземных сооружений»

| № вопроса | Краткое содержание вопроса |
|------------------|---|
| 1. | Схематизация горного массива. |
| 2. | Взаимодействие конструкций подземных сооружений. |
| 3. | Надёжность и долговечность подземных сооружений. |
| 4. | Особенности проектирования подземных сооружений. |
| 5. | Экологические требования при проектировании подземных сооружений. |

Вопросы к разбору конкретных ситуаций по теме 5
«Расчеты подземных гидротехнических сооружений»

| № вопроса | Краткое содержание вопроса |
|------------------|--|
| 1. | Нагрузки и воздействия и их сочетания. |
| 2. | Что такое горное давление и приведите расчётные схемы по методу профессора Протодьяконова. |
| 3. | Порядок численного расчёта туннеля по программе «Midas». |
| 4. | Назовите основные методы расчёта тоннельных обделок. |
| 5. | Основные принципы расчёта предварительно напряжённых обделок. |

Вопросы к разбору конкретных ситуаций по теме 6
«Основные направления расчетов туннелей и шахт»

| № вопроса | Краткое содержание вопроса |
|------------------|---|
| 1. | Расчёт однослоиных монолитных бетонных и ж/б обделок. |
| 2. | Расчёт сборных обделок. |
| 3. | Расчёт многослойных комбинированных отделок. |
| 4. | Расчёт обделок неглубокого залегания. |
| 5. | Расчёт камерных выработок. |

Вопросы к анализу конкретных ситуаций по теме 7
«Производство, организация и технология подземных гидротехнических сооружений»

| № вопроса | Краткое содержание вопроса |
|------------------|--|
| 1. | Строительство подземных сооружений открытым способом. |
| 2. | Строительство подземных сооружений без вскрытия дневной поверхности. |
| 3. | Строительство подземных сооружений опускным способом. |
| 4. | Применение способа «стена в грунте». |
| 5. | Гидроизоляция подземных сооружений. |
| 6. | Вентиляция подземных сооружений. |

Вопросы к анализу конкретных ситуаций по теме 8
«Современные технологии комплексного освоения подземного пространства»

| № вопроса | Краткое содержание вопроса |
|------------------|---|
| 1. | Водопонижение, водоотлив и замораживание грунтов. |
| 2. | Методы закрепления грунтов инъекцией. |
| 3. | Щиты с пригрузом забоя. |
| 4. | Проходка туннелей под защитой экрана из труб. |
| 5. | Бестраншейная прокладка инженерных коммуникаций. |

Примерный перечень вопросов, выносимых на экзамен, (всего 31):

1. Освоение подземного пространства и охрана окружающей среды.
2. Классификация подземных сооружений. Назначение. Примеры компоновочных решений ГЭС и ГАЭС. Класс подземных сооружений.
3. Конструктивные элементы. Особенности проектирования подземных сооружений. Научное обоснование. Основные положение по проектированию обделок туннелей.
4. Гидроизоляция подземных сооружений. Дренаж подземных сооружений.
5. Материалы для подземных конструкций. Бетон и набрызг-бетон. Эко-бетон. Металл. Применение геосинтетических материалов.
6. Обделки туннелей и шахт. Обделки из монолитного бетона и железобетона. Комбинированные обделки. Выбор типа обделок.
7. Инженерно-геологические изыскания и исследования для проектирования и строительства подземных сооружений.
8. Осушение и закрепление грунтов в подземном строительстве. Искусственное понижение грунтовых вод. Искусственное замораживание грунтов. Струйные технологии в борьбе с фильтрацией.
9. Условия работы подземных сооружений. Взаимодействие конструкций подземных сооружений с массивом грунта. Нагрузки, воздействия и их сочетания.
10. Исследования подземных сооружений. Натурные и модельные исследования. Математическое моделирование.
11. Надежность и долговечность подземных сооружений. Аварийные ситуации при строительстве и эксплуатации. Основные виды рисков в подземном строительстве.
12. Расчеты подземных гидротехнических сооружений. Теоретические основы статических расчетов подземных сооружений. Применение численных методов.

13. Основные направления расчетов обделок туннелей и шахт. Расчет однослойных, многослойных и комбинированных обделок. Расчет обделок различного очертания.
14. Производство и организация подземных гидротехнических работ. Строительство подземных сооружений открытым, опускным и закрытым способами. Передовой опыт строительства подземных сооружений методом «стена в грунте».
15. Проходка туннелей горным способом. Метод сплошного забоя. Уступный метод. Метод проходки туннелей в слабых грунтах.
16. Щитовая проходка. Проходческие комбайны. Проходка выработок на полное сечение туннельными машинами с исполнительным органом бурового типа (ТБМ).
17. Крепление подземных выработок. Общие сведения. Металлическая арочная крепь. Анкерная крепь. Набрызг-бетонная крепь.
18. Основные направления применения металла для возведения подземных сооружений?
19. Виды арматуры, прокатных профилей, труб, применяемых для подземных сооружений?
20. Виды растворов, применяемых в подземном строительстве и основные области их применения?
21. Опишите ход решения задачи об определении напряжений и деформаций в упругопластическом материале.
22. Опишите ход решения задачи об определении напряжений и деформаций в упруго хрупком материале.
23. В чем заключается идея метода конечных элементов?
24. В чем заключается преимущество метода конечных элементов перед другими численными методами?
25. Объясните сущность метода прямой жесткости.
26. Что такое жесткость линейного элемента и как она формируется?
27. Как формируется матрица составного образца?
28. Напишите уравнения равновесия составного образца с учетом действующих на него внешних сил.
29. В чем особенность МКЭ при решении задач механики сплошных тел?
30. Для чего необходима функция перемещений?
31. Почему необходимо сгущать сетку конечных элементов в областях с высокими градиентами напряжений?

Примеры задач:

Задача 1. Определить толщину набрызг-бетона в своде (и в стенах выработки) с анкерами для неармированных покрытий.

Исходные данные: коэффициент $K_5 = 0,3$; расстояние между анкерами $a_2 = 1,15\text{м}$; коэффициент надежности $\gamma_n = 1,20$; коэффициент условий работы $\gamma_l = 1,0$; коэффициент сочетания нагрузок $\gamma_{lc} = 1,0$; растяжение осевое $R_{bt} = 0,90 \text{ МПа } (10,7 \times 10^{-3} \text{ т/м}^2)$; вертикальное горное давление $q_n = 3,09 \text{ т/м}^2$; остаточный гидростатический напор $H_0 = 0$.

Задача 2. Определить вертикальное горное давление q_n для напорного туннеля круглого очертания в породе (плотный мергель) с крепостью $f_{kp} = 3$; основные размеры туннеля $H_0 = 6,4\text{м}$, $B_0 = 6,8\text{м}$; плотность породы $\gamma_n = 2,75 \text{ т/м}^3$; угол внутреннего трения $\phi = 38^\circ$.

Задача 3. Определить горизонтальное горное давление ε_n для напорного туннеля круглого очертания в породе (плотный мергель) с крепостью $f_{kp} = 3$; основные размеры туннеля $H_0 = 6,4\text{м}$, $B_0 = 6,8\text{м}$; плотность породы $\gamma_n = 2,75 \text{ т/м}^3$; угол внутреннего трения $\phi = 38^\circ$.

Задача 4. Определить вертикальное горное давление q_n для напорного туннеля круглого очертания в породе (доломит) с крепостью $f_{kp} = 8$; основные размеры туннеля $H_0 = 7,22\text{м}$, $B_0 = 7,44\text{м}$; плотность породы $\gamma_n = 2,58 \text{ т/м}^3$; угол внутреннего трения $\phi = 36,13^\circ$.

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

Для оценки знаний, умений, навыков и формирования компетенции по дисциплине применяется **традиционная** система контроля и оценки успеваемости студентов.

При использовании традиционной системы контроля оценки успеваемости студентов выставляются по четырех балльной системе. При этом оценки соответствуют положительной успеваемости студента по данной дисциплине -
«зачет»;

оценка «неудовлетворительно», полученная за текущую работу, в том числе на экзамене, соответствуют оценке успеваемости студента по данной дисциплине - «незачет».

Критерии выставления оценок «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» и «неудовлетворительно» представлены в таблице 8.

Критерии оценивания результатов обучения

| Оценка | Критерии оценивания |
|--|--|
| Высокий уровень «5» (отлично) | оценку « отлично » 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 « хорошо » 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» (удовлетворительно) | оценку « удовлетворительно » 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» (неудовлетворительно) | оценку « неудовлетворительно » 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. Зимнюков В.А. Проектирование и расчёт обделок гидротехнических туннелей: учебное пособие / В. А. Зимнюков [и др.]; Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К. А. Тимирязева (Москва). — Электрон. текстовые дан. — Москва, 2018 — 124 с. — Коллекция: Учебная и учебно-методическая литература. — Режим доступа : <http://elib.timacad.ru/dl/local/umo374.pdf>.

2. Сметанин, В. И. Инновационные технологии строительства трубопроводов и заглублённых сооружений: учебное пособие / В. И. Сметанин; Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К. А. Тимирязева (Москва). — Электрон. текстовые дан. — Москва, 2018 — 160 с. — Коллекция: Учебная и учебно-методическая литература. — Режим доступа : <http://elib.timacad.ru/dl/local/umo357.pdf>

3. Дробаденко, В. П. Гидротехнические сооружения при открытой геотехнологии : учебник для вузов / В. П. Дробаденко, В. Е. Кисляков, О. А. Луконина. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2024. — 304 с. — ISBN 978-5-507-50229-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/414740> (дата обращения: 26.10.2025).

4. Пономарев, А. Б. Подземное строительство : учебное пособие / А. Б. Пономарев, Ю. Л. Винников. — Пермь : ПНИПУ, 2014. — 262 с. — ISBN 978-5-398-01233-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/160597> (дата обращения: 16.10.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

5. Боровков, Ю. А. Управление состоянием массива пород при подземной геотехнологии : учебное пособие / Ю. А. Боровков. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 240 с. — ISBN 978-5-8114-2915-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/212705> (дата обращения: 16.10.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

6. Дементьев, А. В. Конспект лекций по дисциплине «Процессы и технологии строительного производства» : учебное пособие / А. В. Дементьев. — Кемерово : КузГТУ имени Т.Ф. Горбачёва, 2016. — 133 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/115112> (дата обращения: 16.10.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

7.2 Дополнительная литература

1. Подземные гидротехнические сооружения : Учебник для студентов вузов по специальности "Гидротехническое строительство речных сооружений и гидроэлектростанций" / В. М. Мостков, В. А. Орлов, П. Д. Степанов, Ю. Е. Хечинов ; под ред. В.М. Мосткова – М. : Высшая школа, 1986 . – 464 с. : ил. – 67 экз.

2. Крутов, Д. А. Гидротехнические сооружения : учебник для вузов / Д. А. Крутов. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 238 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-12898-7. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/567034> (дата обращения: 26.10.2025).

3. Основы горного дела (строительная геотехнология) : учебное пособие / В. В. Першин, М. Д. Войтов, А. Б. Сабанцев, П. М. Будников. — Кемерово : КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2013. — 118 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/69498> (дата обращения: 16.10.2025).

4. Бакиров Р.О. Динамический расчет и оптимальное

проектирование подземных сооружений : Учеб. пособие для вузов / Раиф Османович Бакиров, Ф. В. Лой. - М. : Стройиздат, 2002. - 464 с. - ISBN 5-274-00779-1 : 5 экз.

5. Каганов, Г.М.: Гидротехнические сооружения : Учебник для энерг. и энергостроит. спец. техникумов В 2-х кн. Кн.2. / Г.М. Каганов, И. С. Румянцев, Г.М. Каганова. – М. : Энергоатомиздат, 1994 . – 272 с. : ил. - ISBN 5-283-02138-6 – 101 экз.

6. Кассихина, Е. Г. Информационные технологии в горном деле: Применение программы SCAD для расчёта стержневых систем : учебное пособие / Е. Г. Кассихина. — Кемерово : КузГТУ имени Т.Ф. Горбачёва, 2016. — 96 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/115121> (дата обращения: 16.10.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

7. Подземное строительство : альбом / составители В. А. Соловьев. — Пермь : ПНИПУ, 2007. — 156 с. — ISBN 987-5-88151-688-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/160673> (дата обращения: 16.10.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

8. Храмцов, Б. А. Управление состоянием массива горных пород : учебное пособие / Б. А. Храмцов, А. А. Ростовцева, М. А. Костина. — Белгород : НИУ БелГУ, 2023. — 72 с. — ISBN 978-5-9571-3421-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/448463> (дата обращения: 26.10.2025).

7.3 Нормативные правовые акты

1. СП 433.1325800.2018 «ТунNELи гидротехнические. Правила проектирования»
2. СП 33-101-2003 «Определение расчётных гидрологических характеристик»
3. ФЗ №117-ФЗ «О безопасности гидротехнических сооружений»
4. СП 58.13330.2012 «Гидротехнические сооружения. Основные положения»
5. ГОСТ 31937-2020 «Обследование и мониторинг технического состояния сооружений»

7.4 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

4. Руководство по проектированию гидротехнических туннелей. М., Стройиздат, 1982 г.
5. Руководство по проектированию подземных горных выработок и расчёту крепи. М., Стройиздат, 1983 г.
6. Методические указания по проектированию обделок гидротехнических туннелей. М., МГУП, 1997 г.
7. Зимнюков, В.А. Проектирование и расчёт обделок

гидротехнических туннелей: учебно-методическое пособие / В. А. Зимнюков, М.И. Зборовская [и др.]; Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К. А. Тимирязева (Москва). — Электрон. текстовые дан. — Москва, 2018 — 140 с. — Режим доступа : <http://elib.timacad.ru/dl/local/umo372.pdf>

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Комплексы программ Microsoft Office, MIDAS GTS, nanoCAD, Renga.

Интернет ресурсы - <http://www.rushydro.ru> (открытый доступ), gosnadzor.ru (открытый доступ) и undegroundcity-forum.com (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 | «КонсультантПлюс» | Справочная правовая система | н/д | 1992 г. |
| 2 | 5 раздел | MIDAS GTS NX | расчёчная | Компания MIDAS | 2020 |

10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Для проведения занятий необходимо:

1. Компьютерный класс с числом оборудованных компьютерами мест не менее 15. Компьютеры с операционной системой Win 10 или 11 поздние версии, процессоры с частотой не менее 2 000 МГц, RAM 8 Гбт. (15 шт.).
2. Установленный на каждый компьютер пакет программ Office 365 (Word, Excel, Access, PowerPoint) или более поздней версии.
3. Проектор и экран (передвижной или стационарный),
4. Ноутбук.
5. Современная доска с аксессуарами (интерактивный видеоэкран -стена).

Таблица 10

Сведения об обеспеченности специализированными аудиториями, кабинетами, лабораториями

| Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы (№учебного корпуса, № аудитории) | Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы |
|---|--|
| Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, | Компьютеры с программным комплексомИнвентаризационный номер 210134000000500÷210134000000514 |
| Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы (№ учебного корпуса, № аудитории) | Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы |
| 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 | |
| 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. № 233 кор.29 (ул. Б. Академическая д. 44 строение 5 | Компьютеры с программным комплексом: Преподавательский компьютер: инвентаризационный номер 2101340105; студенческие компьютеры: 210134000000467÷210134000000477, 210134000000926, 932, 1346÷1353 Видеопроектор: инвентаризационный номер 410134000001135; экран, доска |
| Читальный зал кор.29 (ул. Б. Академическая д. 44 строение 5) | Техническая литература, нормативные документы, компьютеры с выходом в интернет |
| ЦНБ имени Н.И. Железнова, читальный зал | Компьютеры – 20 шт. Wi-fi. |
| Общежитие, комната для самоподготовки (Дмитровское ш., д.47) | Wi-fi |

11. Методические рекомендации студентам по освоению дисциплины

Для реализации рабочего учебного плана и выполнения программы дисциплины студент должен:

В начале семестра: 1. Получить и изучить тематический план занятий по предмету.

2. Получить в библиотеке прилагаемую к тематическому плану основную литературу.

3. Получить у преподавателя комплект компьютерных файлов и ссылки на необходимые для изучения дисциплины электронные ресурсы.

4. Получить у преподавателя перечень вопросов к экзамену.

В течение семестра: 1. Изучить соответствующий материал тематического плана по основной литературе и по электронным

источникам информации.

2. Прослушать курс лекций на дополнительных занятиях. В конце семестра:

1. Подготовиться к сдаче экзамена по дисциплине.

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.

12. Методические рекомендации преподавателям по преподаванию обучения по дисциплине

Для реализации утверждённого 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, Corel Studio 12, программах для демонстрации видеофильмов, видеороликов, флешанимации, панорамных объёмных 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 расчёта на экране монитора в графическом и табличном видах.
3. Владеть и уметь пользоваться программным обеспечением для выполнения различных чертежей (AutoCAD 2017-2020).
4. Владеть пакетом Microsoft Office для возможности представления результатов работ, сделанных в различных программных продуктах, в текстовом редакторе Word или аналогичном.
5. Владеть программным комплексом Midas GTS для выполнения геотехнических расчётов и расчётов туннелей.
программные комплексы обеспечивают преемственность между учебным процессом и профессиональной инженерной практикой.
Использование ПО позволяет студентам:
выполнять многовариантные расчёты и анализ надёжности;

визуализировать физические процессы в трёхмерной среде;
формировать цифровые двойники и отчёты;
объединять гидравлику, геомеханику и архитектурно-конструктивные решения.

Использование современных компьютерных программ и цифровой проектной среды

Современная подготовка инженера-гидротехника немыслима без владения отечественными и совместимыми цифровыми инструментами, моделирующими как физические, так и эксплуатационные процессы в ПГТС.

В учебном процессе рекомендуется использовать:

| Класс задач | Программное обеспечение | Применение |
|---|-------------------------------------|---|
| Расчёт напряжений и деформаций | AIM Multiphysics | Статические, термические и фильтрационные расчёты элементов ПГТС |
| Вычислительная гидродинамика (CFD) | FlowVision | Моделирование турбулентных потоков в туннелях и водоводах |
| Информационное моделирование (BIM) | nanoCAD, Renga, ArchiCAD | Создание цифровых моделей ПГТС, интеграция с мониторингом |
| Гидравлические расчёты и анализ режимов | Excel, OpenFlows/WaterCAD | Расчёт расходно-напорных характеристик, построение гидрографов |
| Геоинформационный анализ | ГИС «Панорама», Postgres Pro | Геопривязка подземных коммуникаций, интеграция с цифровыми двойниками |

Концепция курса и системная логика

Подземные гидротехнические сооружения (ПГТС) рассматриваются как интегрированные инженерно-гидравлические системы, соединяющие:

гидрологические воздействия (расход, уровень, напор);

гидравлические процессы (напорные потоки, волновые и кавитационные явления);

геомеханику массива и прочность обделки;

эксплуатацию, мониторинг, риск и цифровизацию.

Основная идея курса:

создать у студентов целостное представление о жизненном цикле Подземных ГТС — от замысла до цифрового двойника и мониторинга.

Структура курса и логика модулей

| Раздел | Смысл и акценты | Связи |
|---|--|--|
| 1. Введение | Показать место ПГТС в гидроузлах, ГАЭС, ирригационных системах. Привести примеры (Ириклинская, Краснополянская, Днестровская). | связь с курсом «Гидротехнические сооружения» |
| 2. Гидравлика и потоки, гидроудар, surge-камеры, кавитация, транзиенты аэрация. | Центральный раздел: напорные и безнапорные Гидравлика и потоки, гидроудар, surge-камеры, кавитация, транзиенты аэрация. Привязка к ЕМ 1110-2-1602, USBR EM-25. | связь с курсом «Гидравлика и гидродинамика» |
| 3. Геомеханика | Сопряжение гидравлики и прочности: давление на обделку, фильтрация, взаимодействие потока и массива. | связь с «Механикой грунтов» |
| 4. Конструкции и технологии | Методы проходки, типы обделок, инъектирование, TBM, герметизация, отечественные аналоги. | связь с «Технологией строительного производства» |
| 5. Мониторинг и цифровизация | Цифровые двойники, IoT, BIM, анализ дефектов, предиктивное обслуживание. | связь с «Цифровыми технологиями строительства» |
| 6. Риски и надёжность | Классификация рисков, ICOLD, аварии, отказоустойчивость. | связь с «Безопасностью ГТС» |
| 7. Итоговый проект | Интеграция: проектирование + моделирование + анализ рисков. | итоговый синтез компетенций |

Таким образом, совокупность указанных средств формирует технологичную цифровую среду проектирования, которая и является главным результатом и профессиональным инструментом выпускников направления «Строительство».

Программу разработала:

Доцент кафедры гидротехнических сооружений, к.т.н.
Зборовская М.И.

РЕЦЕНЗИЯ
на рабочую программу дисциплины Б1.В.02 «Подземные гидротехнические сооружения» ОПОП ВО по направлению 08.04.01 «Строительство», направленность «Речные и подземные гидротехнические сооружения» (квалификация выпускника – магистр)

Смирновым Александром Петровичем, к.т.н., доцентом кафедры сельскохозяйственного строительства РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, (далее по тексту рецензент), проведена рецензия рабочей программы дисциплины «Подземные гидротехнические сооружения» ОПОП ВО по направлению

08.04.01 – «Строительство», направленность «Речные и подземные гидротехнические сооружения» (уровень обучения - магистратура) разработанной в ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», на кафедре гидротехнические сооружения (разработчик – Зборовская М.И., доцент, к.т.н)

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

1. Предъявленная рабочая программа дисциплины «Подземные гидротехнические сооружения» (далее по тексту Программа) соответствует требованиям ФГОС ВО по направлению 08.04.01 - Строительство. Программа содержит все основные разделы, соответствует требованиям к нормативно-методическим документам.

2. Представленная в Программе актуальность учебной дисциплины в рамках реализации ОПОП ВО не подлежит сомнению – дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений учебного цикла – Б1.В.

3. Представленные в Программе цели дисциплины соответствуют требованиям ФГОС ВО направления 08.04.01 - Строительство.

4. В соответствии с Программой за дисциплиной «Подземные гидротехнические сооружения» закреплено 3 компетенции (9 индикаторов). Дисциплина «Подземные гидротехнические сооружения» и представленная Программа способна реализовать их в объявленных требованиях.

5. Результаты обучения, представленные в Программе в категориях знать, уметь, владеть соответствуют специфике и содержанию дисциплины и демонстрируют возможность получения заявленных результатов.

6. Общая трудоёмкость дисциплины «Подземные гидротехнические сооружения» составляет 3 зачётных единицы (108 часов).

7. Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин соответствует действительности. Дисциплина

«Подземные гидротехнические сооружения» взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 08.04.01 - Строительство и возможность дублирования в содержании отсутствует.

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

9. Программа дисциплины «Подземные гидротехнические сооружения» предполагает 8 занятий в интерактивной форме.

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

11. Представленные и описанные в Программе формы текущей оценки знаний (опрос, аудиторные задания - работа с конкретными ситуациями, виртуальные экскурсии, устные опросы), соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Форма промежуточного контроля знаний студентов, предусмотренная Программой, осуществляется в форме экзамена, что соответствует статусу дисциплины, как дисциплины части, формируемой участниками образовательных отношений учебного цикла – Б1.В. ФГОС ВО

направления 08.04.01 – Строительство.

12. Формы оценки знаний, представленные в Программе, соответствуют специфике дисциплины и требования к выпускникам.

13. Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено: основной литературой – 6 источников (базовый учебник), дополнительной литературой – 8 наименований, Интернет-ресурсы – 3 источника и соответствуют требованиям ФГОС ВО *направления 08.04.01 – Строительство.*

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

15. Методические рекомендации студентам и методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине дают представление о специфике обучения по дисциплине «Подземные гидротехнические сооружения».

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

На основании проведённой рецензии можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины «Подземные гидротехнические сооружения» ОПОП ВО по направлению *08.04.01 – Строительство*, направленность *«Речные и подземные гидротехнические сооружения»* квалификация выпускника – магистр), разработанная Зборовской М.И. доцентом, к.т.н., соответствует требованиям ФГОС ВО, современным требованиям экономики, рынка труда и позволит при её реализации успешно обеспечить формирование заявленных компетенций.

Рецензент: Смирнов А.П. к.т.н. доцент кафедры сельскохозяйственного строительства



