

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: 26.10.2023 15:48:21  
Уникальный программный ключ:  
dcb6dc8315334aed86f2a7c3a0ce2cf217be1e29

УТВЕРЖДАЮ:

И.о. директора института мелиорации, водного хозяйства и строительства имени А.Н. Костякова

  
Бенин Д.М.  
« 26 » 10 2023 г.

**Лист актуализации рабочей программы дисциплины  
«Б1.В.12 Подземные сооружения»**  
индекс по учебному плану, наименование

для подготовки бакалавров  
Направление: 08.03.01 Строительство  
Направленность: Промышленное и гражданское строительство

Форма обучения: очная  
Год начала подготовки: 2023  
Курс 4  
Семестр 7

В рабочую программу не вносятся изменения. Программа актуализирована для 2023 г. начала подготовки.

Разработчик (к): Зборовская М.И., доцент, к.т.н.  
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

  
«28» 08 2023 г.

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры гидротехнических сооружений протокол № 1 от « 29 » августа 2023 г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Н.В. Ханов

Заведующий выпускающей кафедрой **гидротехнических сооружений**

Ханов Н.В., профессор, д.т.н.  
  
(подпись)  
«28» 08 2023 г.

Зав. выпускающей кафедрой  
**инженерных конструкций**,  
доцент, к.т.н.

  
Мареева О.В.  
«29» 08 2023 г.



**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 ИМВХ  
имени А.Н. Костякова

 Бабин Д.М.  
2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б1.В.12 Подземные сооружения**

для подготовки бакалавров

ФГОС ВО

Направление 08.03.01 «Строительство»

Направленность «Промышленное и гражданское строительство»

Курс 4

Семестр 7

Форма обучения очная

Год начала подготовки 2022

Москва, 2022

Разработчик:  
Доцент кафедры гидротехнических

сооружений, к.т.н.

Зборовская М.И.  
(подпись)

«19» августа 2022 г.

Рецензент: профессор, д.т.н.

Жарницкий В.Я.  
(подпись)

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 08.03.01 «Строительство» и учебного плана  
Программа обсуждена на заседании кафедры гидротехнических сооружений протокол № 1 от «23» августа 2022г.

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

(подпись)

«23» августа 2022г.

**Согласовано:**  
Председатель учебно-методической

комиссии ИМВХС

Смирнов А. П.  
(подпись)

«02» сентября 2022 г.

Зав. кафедрой гидротехнических  
сооружений, профессор, д.т.н.

Ханов Н.В.  
(подпись)

«23» августа 2022 г.

И.о.зав. выпускающей кафедрой инженерных конструкций

доцент, к.т.н.

Мареева О.В.  
(подпись)

«23» августа 2022 г.

Заведующий отдела комплектования ЦНБ

Ермилова Я.В.  
(подпись)

## СОДЕРЖАНИЕ

|   |           |
|---|-----------|
| <b>АННОТАЦИЯ.....</b>   | <b>5</b>  |
| <b>1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>   | <b>6</b>  |
| <b>3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.....</b> | <b>7</b>  |
| <b>4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>   | <b>7</b>  |
| 4.1 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ .....  | 7         |
| ПО СЕМЕСТРАМ .....  | 7         |
| 4.2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....  | 10        |
| 4.3 ЛЕКЦИИ /ПРАКТИЧЕСКИЕ/ ЗАНЯТИЯ.....  | 14        |
| <b>5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ .....</b>  | <b>19</b> |
| <b>6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>  | <b>20</b> |
| 6.1. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ И НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ .....               | 20        |
| 6.2. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ .....   | 22        |
| <b>7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>  | <b>23</b> |
| 7.1 ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА .....   | 23        |
| 7.2 ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА .....   | 24        |
| 7.3 НОРМАТИВНЫЕ ПРАВОВЫЕ АКТЫ .....   | 24        |
| 7.4 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ, РЕКОМЕНДАЦИИ И ДРУГИЕ МАТЕРИАЛЫ К ЗАНЯТИЯМ .....   | 25        |
| <b>8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ).....</b>                   | <b>25</b> |
| <b>9. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ.....</b>   | <b>26</b> |
| <b>ТАБЛИЦА 9 .....</b>  | <b>26</b> |
| <b>10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....</b>                        | <b>26</b> |
| <b>11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ СТУДЕНТАМ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>  | <b>27</b> |
| <b>12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....</b>  | <b>28</b> |

## Аннотация

### рабочей программы учебной дисциплины

### Б1.В.12 «Подземные сооружения»

для подготовки бакалавра по направлению 08.03.01 «Строительство»

Направленность «Промышленное и гражданское строительство»

**Цель освоения дисциплины:** приобретение студентом знаний, дающих системное представление о подземных и подземных гидротехнических сооружениях, а также освоение студентом умений и навыков, позволяющих выполнять работы по сбору исходной информации для проектирования, выбора рационального варианта конструкции подземного сооружения в соответствии с техническим заданием; выбор методики расчётного обоснования и проведение расчётов с учётом различных факторов. Конструирование и графическое оформление проектной и расчётной документации по подземному гидротехническому сооружению.

Системному представлению знаний, освоению умений и навыков способствует использование в учебном процессе цифровых технологий и инструментов. Актуальность подобного подхода обеспечивается большим разнообразием как цифровых инструментов для визуализации и систематизации знаний, так и наличием актуальных комплексов для их расчётного обоснования.

**Место дисциплины в учебном плане:** дисциплина включена в вариативную часть учебного плана по направлению подготовки 08.03.01 «Строительство».

**Требования к результатам освоения дисциплины:** в результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции: **УК-1.4** (*Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач*); Выявление системных связей и отношений между изучаемыми явлениями, процессами и/или объектами на основе принятой парадигмы); **ПКос-3.1** (*Способность выполнять работы по проектированию зданий и сооружений*); Выбор исходной информации для проектирования здания и сооружения); **ПКос-3.4** (Выбор варианта конструктивного решения здания и сооружения в соответствии с техническим заданием); **ПКос-3.5** (Назначение основных параметров строительной конструкции здания и сооружения); **ПКос-4 .3** (*Способность проводить расчетное обоснование проектных решений зданий и сооружений*); Выбор методики расчетного обоснования проектного решения конструкции здания и сооружения); **ПКос-4 .5** (Конструирование и графическое оформление проектной документации на конструкции зданий и сооружений).

**Краткое содержание дисциплины:** Введение в дисциплину. Общие сведения о конструкциях подземных гидротехнических сооружений. Инженерно-геологические изыскания и исследования для проектирования и строительства подземных сооружений. Условия работы подземных сооружений. Расчеты подземных гидротехнических сооружений. Основные направления расчетов туннелей. Производство, организация и технология подземных гидротехнических сооружений. Современные технологии комплексного освоения подземного пространства.

**Общая трудоемкость дисциплины составляет:** 72 часа (2 зачётных единицы).

**Промежуточный контроль по дисциплине:** 7 семестр – зачёт, РГР.

### **1. Цель освоения дисциплины**

Целью освоения дисциплины «**Подземные 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; выбор методики расчётного обоснования и проведение расчётов с учётом различных факторов. Конструирование и графическое оформление проектной и расчётной документации по подземному гидротехническому сооружению.

Системному представлению знаний, освоению умений и навыков способствует использование в учебном процессе цифровых технологий и инструментов. Актуальность подобного подхода обеспечивается большим разнообразием как цифровых инструментов для визуализации и систематизации знаний, так и наличием актуальных комплексов для их расчётного обоснования.

### **2. Место дисциплины в учебном процессе**

Дисциплина «Подземные сооружения» включена в обязательный перечень дисциплин учебного плана вариативной части. Дисциплина «Подземные сооружения» реализуется в соответствии с требованиями ФГОС и Учебного плана по направлению 08.03.01 «Строительство».

Предшествующими курсами на которых непосредственно базируется дисциплина «Подземные сооружения» являются Основы геотехники, Основания и фундаменты, Основы проектирования гидротехнических сооружений, Технология строительных процессов, Железобетонные конструкции, Металлические конструкции.

Дисциплина «Подземные сооружения» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: Особенности расчета и конструирования элементов зданий и сооружений из монолитного железобетона, 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, 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.

Рабочая программа дисциплины «Подземные 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 2 зач. ед. (72 часа), в том числе 4 часа практической подготовки. Их распределение по видам работ по семестрам представлено в таблице 2.

Таблица 1

## Требования к результатам освоения учебной дисциплины

| № 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 поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач | <b>УК-1.4.</b> Выявление системных связей и отношений между изучаемыми явлениями, процессами и/или объектами на основе принятой парадигмы | - системные связи и отношения между изучаемыми явлениями, процессами и/или объектами в том числе с применением современных цифровых инструментов (Google Jamboard, Miro, Kahoot) | - выявлять системные связи и отношения между изучаемыми явлениями, процессами и/или объектами, в том числе посредством электронных ресурсов, официальных сайтов | - знаниями о системных связях и отношениях между изучаемыми явлениями, процессами и/или объектами, навыками обработки и интерпретации информации с помощью программных продуктов Excel, Word, Power Point, Pictochart и др., осуществления коммуникации посредством Outlook, Miro, Zoom. |
|       | ПКос-3          |  | <b>ПКос-3.1.</b> Выбор исходной информации для проектирования здания и сооружения   | - способы выбора исходной информации для проектирования здания и сооружения  | - выбрать исходную информацию для проектирования здания и сооружения  | - способами выбора исходной информации для проектирования здания и сооружения  |
| 2.    |                 | Способность выполнять работы по проектированию зданий и сооружений;  | <b>ПКос-3.4.</b> Выбор варианта конструктивного решения здания и сооружения в соответствии с техническим заданием                         | - порядок выбора варианта конструктивного решения здания и сооружения в соответствии с   | - выбирать вариант конструктивного решения здания и сооружения в соответствии с техническим заданием  | - методикой выбора варианта конструктивного решения здания и сооружения в соответствии с   |



|    |        |   |   |   |   |  |
|----|--------|---|---|---|---|--|
|    |        |   |   | техническим заданием  |   | техническим заданием   |
| 3. |        |   | <b>ПКос-3.5.</b> Назначение основных параметров строительной конструкции здания и сооружения                        | - принципы назначения основных параметров строительной конструкции здания и сооружения  | - назначать основные параметры строительной конструкции здания и сооружения   | - принципами назначения основных параметров строительной конструкции здания и сооружения   |
| 4. | ПКос-4 | Способность проводить расчетное обоснование проектных решений зданий и сооружений | <b>ПКос-4.3;</b> Выбор методики расчетного обоснования проектного решения конструкции здания и сооружения;          | - порядок выбора методики расчетного обоснования проектного решения конструкции здания и сооружения, в том числе с применением программных расчётных комплексов | - выбирать методики расчетного обоснования проектного решения конструкции здания и сооружения, в том числе с применением программных расчётных комплексов | - выбором методики расчетного обоснования проектного решения конструкции здания и сооружения, в том числе с применением программных расчётных комплексов |
| 5. |        |   | <b>ПКос-4.5.</b> Конструирование и графическое оформление проектной документации на конструкции зданий и сооружений | - создание и графическое оформление проектной документации на конструкции зданий и сооружений   | - создавать и графически оформлять проектную документацию на конструкции зданий и сооружений  | - методами конструирования и графического оформления проектной документации на конструкции зданий и сооружений   |

## ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 2

### Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

| Вид учебной работы  | Трудоёмкость     |                         |
|---|------------------|-------------------------|
|   | час.<br>всего/-* | В т. ч. по<br>семестрам |
|   |                  | №7                      |
| <b>Общая трудоёмкость</b> дисциплины по учебному плану  | <b>72/-</b>      | <b>72/-</b>             |
| <b>1. Контактная работа:</b>  | <b>20,25</b>     | <b>20,25</b>            |
| <b>Аудиторная работа</b>  |                  |                         |
| <i>в том числе:</i>   |                  |                         |
| <i>лекции (Л)</i>   | 10               | 10                      |
| <i>практические занятия (ПЗ)</i>  | 10/-             | 10/-                    |
| <i>контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>  | 0,25             | 0,25                    |
| <b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>  | <b>51,75</b>     | <b>51,75</b>            |
| <i>расчётно-графическая работа (РГР) (подготовка)</i>   | 10,75            | 10,75                   |
| <i>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.)</i> | 32               | 32                      |
| <i>Подготовка к зачёту (контроль)</i>   | 9                | 9                       |
| Вид промежуточного контроля:  | Зачёт, РГР       |                         |

\* - в том числе практическая подготовка

## 4.2 Содержание дисциплины

## ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 3

### Тематический план учебной дисциплины

| Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнённо)  | Всего | Аудиторная работа |             |     | Внеаудиторная работа СР |
|---|-------|-------------------|-------------|-----|-------------------------|
|   |       | Л                 | ПЗ<br>10/-* | ПКР |                         |
| Раздел 1. Введение в дисциплину.  | 2     | -                 | -           |     | 2                       |
| Раздел 2. Общие сведения о конструкциях подземных сооружений.   | 6     | 1                 | 1           |     | 4                       |
| Раздел 3. Инженерно-геологические изыскания и исследования для проектирования и строительства подземных сооружений. | 6     | 1                 | 1           |     | 4                       |
| Раздел 4. Условия работы подземных сооружений.  | 8     | 2                 | 2           |     | 4                       |
| Раздел 5. Расчеты подземных сооружений.   | 9     | 2                 | 2           |     | 5                       |
| Раздел 6. Основные направления расчетов туннелей.   | 7     | 1                 | 1           |     | 5                       |
| Раздел 7. Производство, организация и технология подземных сооружений.  | 8     | 2                 | 2           |     | 4                       |
| Раздел 8. Современные технологии  | 6     | 1                 | 1           |     | 4                       |

| Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнённо)       | Всего     | Аудиторная работа |           |             | Внеаудиторная работа СР |
|--|-----------|-------------------|-----------|-------------|-------------------------|
|  |           | Л                 | ПЗ 10/-*  | ПКР         |                         |
| комплексного освоения подземного пространства.           |           |                   |           |             |                         |
| <b>Всего за 7 семестр</b>                                | <b>52</b> | <b>10</b>         | <b>10</b> |             | <b>32</b>               |
| <i>расчётно-графическая работа (РГР) (подготовка)</i>    | 10,75     | -                 | -         | -           | 10,75                   |
| <i>контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i> | 0,25      |                   |           | 0,25        |                         |
| <i>подготовка к зачёту (контроль)</i>                    | 9         |                   |           |             | 9                       |
| <b>Всего за 7 семестр</b>                                | <b>72</b> | <b>10</b>         | <b>10</b> | <b>0,25</b> | <b>51,75</b>            |
| <b>Итого по дисциплине</b>                               | <b>72</b> | <b>10</b>         | <b>10</b> | <b>0,25</b> | <b>51,75</b>            |

\* - в том числе практическая подготовка

### **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 низко модульные бетоны.
- Эко-бетон.
- Материалы для растворов и покрытий.
- Применение геосинтетических материалов.

### **Раздел 2. «Общие сведения о конструкциях подземных 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. Обделка туннелей и шахт.**

Перечень рассматриваемых вопросов:

- Основные положения по проектированию обделок туннелей и шахт.
- Обделка 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 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 отделок туннелей.

Перечень рассматриваемых вопросов:

- Расчет однослойных монолитных бетонных и железобетонных отделок.
- Расчет сборных и многослойных комбинированных отделок.
- Расчет отделок 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 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 подземного пространства 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 и темы                             | № и название практических занятий  | Формируемые компетенции   | Вид контрольного мероприятия | Кол-во часов/из них практическая подготовка |
|---|--|--|---|------------------------------|---|
| <b>Раздел 1. «Введение в дисциплину».</b>   |  |  |   |                              |   |
| 1.  | Тема 1. Введение.                            | <i>Лекция №1</i><br>Тенденции и направления использования подземного пространства.   | УК-1.4;<br>ПКос-3.1;<br>ПКос-3.4;<br>ПКос-3.5;<br>ПКос-4 .3;<br>ПКос-4 .4 | Виртуальная экскурсия        | -   |
|   | Тема 2. Освоение подземного пространства.    | <i>Практическая работа №1</i><br>Классификация подземных сооружений. Класс сооружений.<br>В том числе работа с применением современных цифровых инструментов (Google Jamboard, Miro, Kahoot)       | УК-1.4;<br>ПКос-3.1;<br>ПКос-3.4;<br>ПКос-3.5;<br>ПКос-4 .3;<br>ПКос-4 .4 | Разбор конкретных ситуаций   | -   |
|   | Тема 3. Материалы для подземных конструкций. | <i>Практическая работа №2</i><br>Бетон, набрызг – бетон, эко-бетон и другие виды материалов.<br>В том числе работа с применением современных цифровых инструментов (Google Jamboard, Miro, Kahoot) | УК-1.4;<br>ПКос-3.1;<br>ПКос-3.4;<br>ПКос-3.5;<br>ПКос-4 .3;<br>ПКос-4 .4 | Устный опрос                 | -   |
| <b>Раздел 2. «Общие сведения о конструкциях подземных гидротехнических сооружений».</b> |  |  |   |                              |   |
| 2.  | Тема 1. Введение.                            | <i>Лекция №2</i><br>Конструктивные элементы и примеры компоновочных  | УК-1.4;<br>ПКос-3.1;<br>ПКос-3.4;   | Виртуальная экскурсия        | 1   |

| № п/п  | № раздела и темы  | № и название практических занятий  | Формируемые компетенции   | Вид контрольного мероприятия | Кол-во часов/из них практическая подготовка |
|--|---|--|---|------------------------------|---|
|  |   | решений.<br>В том числе работа с применением современных цифровых инструментов (Google Jamboard, Miro, Kahoot)   | ПКос-3.5;<br>ПКос-4 .3;<br>ПКос-4 .4                                      |                              |   |
|  | Тема 2.<br>Основные положения по проектированию подземных сооружений. | <i>Практическая работа №3</i><br>Особенности проектирования подземных сооружений. Гидроизоляция, дренаж и фильтрационные расчеты подземных сооружений.   | УК-1.4;<br>ПКос-3.1;<br>ПКос-3.4;<br>ПКос-3.5;<br>ПКос-4 .3;<br>ПКос-4 .4 | Контроль выполнения РГР      | 0.5   |
|  | Тема 3.<br>Обделки туннелей и шахт.                                   | <i>Практическая работа №4</i><br>Обделки из монолитного бетона и железобетона. Сборные обделки. Комбинированные обделки. Рассмотрение работы в том числе с применением программных расчётных комплексов, результатов расчётов            | УК-1.4;<br>ПКос-3.1;<br>ПКос-3.4;<br>ПКос-3.5;<br>ПКос-4 .3;<br>ПКос-4 .4 | Контроль выполнения РГР      | 0.5   |
| <b>Раздел 3. «Инженерно-геологические изыскания и исследования для проектирования и строительства подземных сооружений».</b> |   |  |   |                              |   |
| 3.   | Тема 1.<br>Инженерно-геологические изыскания и исследования.          | <i>Лекция №3</i><br>Изучение геологического строения горного массива. Инженерно-геологические исследования. Исследования физико-механических свойств горных пород, в том числе с использованием электронных ресурсов, официальных сайтов | УК-1.4;<br>ПКос-3.1;<br>ПКос-3.4;<br>ПКос-3.5;<br>ПКос-4 .3;<br>ПКос-4 .4 | Разбор конкретных ситуаций   | 1   |
|  | Тема 2.<br>Осушение и закрепление грунтов в подземном строительстве.  | <i>Практическая работа №5</i><br>Искусственное понижение уровня грунтовых вод. Искусственное замораживание грунтов. Химическое закрепление грунтов. Струйные технологии в борьбе с фильтрацией   | УК-1.4;<br>ПКос-3.1;<br>ПКос-3.4;<br>ПКос-3.5;<br>ПКос-4 .3;<br>ПКос-4 .4 | Контроль выполнения РГР      | 1   |
| <b>Раздел 4. «Условия работы подземных</b>   |   |  |   |                              |   |

| № п/п   | № раздела и темы  | № и название практических занятий  | Формируемые компетенции   | Вид контрольного мероприятия    | Кол-во часов/из них практическая подготовка |
|---|---|--|---|---------------------------------|---|
| <b>сооружений».</b>   |   |  |   |                                 |   |
| 4.  | Тема 1. Нагрузки на подземные сооружения.                               | <i>Лекция №4</i><br>Схематизация горного массива. Взаимодействие конструкции подземных сооружений с массивом грунта. Нагрузки, воздействия и их сочетания.   | УК-1.4;<br>ПКос-3.1;<br>ПКос-3.4;<br>ПКос-3.5;<br>ПКос-4 .3;<br>ПКос-4 .4 | Ситуационные задания            | 2   |
|   | Тема 2. Исследования подземных сооружений.                              | <i>Практическая работа №6</i><br>Натурные исследования. Модельные исследования. Математическое моделирование. В том числе работа с применением современных расчётных комплексов, например MIDAS GTS NX | УК-1.4;<br>ПКос-3.1;<br>ПКос-3.4;<br>ПКос-3.5;<br>ПКос-4 .3;<br>ПКос-4 .4 | Контроль выполнения РГР         | 2   |
| <b>Раздел 5. «Расчеты подземных гидротехнических сооружений».</b> |   |  |   |                                 |   |
| 5.  | Тема 1. Теоретические основы статических расчетов подземных сооружений. | <i>Лекция №5</i><br>Применение численных методов в расчетах подземных сооружений. Статические методы расчётов. На примере современных расчётных комплексов, например MIDAS GTS NX                      | УК-1.4;<br>ПКос-3.1;<br>ПКос-3.4;<br>ПКос-3.5;<br>ПКос-4 .3;<br>ПКос-4 .4 | Виртуальная экскурсия           | 2   |
|   |   | <i>Практическая работа №7</i><br>Расчет отделок подземных сооружений статическим методом. На примере современных расчётных комплексов, например MIDAS GTS NX   | УК-1.4;<br>ПКос-3.1;<br>ПКос-3.4;<br>ПКос-3.5;<br>ПКос-4 .3;<br>ПКос-4 .4 | Виртуальная лабораторная работа | 2   |
| <b>Раздел 6. «Основные направления расчетов туннелей и шахт».</b> |   |  |   |                                 |   |
| 6.  | Тема 1. Основные направления расчетов отделок туннелей и шахт.          | <i>Лекция №6</i><br>Расчет однослойных монолитных бетонных и железобетонных отделок. Расчет сборных и многослойных комбинированных отделок.  | УК-1.4;<br>ПКос-3.1;<br>ПКос-3.4;<br>ПКос-3.5;<br>ПКос-4 .3;<br>ПКос-4 .4 | Анализ конкретных ситуаций      | 1   |
|   | Тема 2. Инженерные  | <i>Практическая работа №8</i><br>Вентиляция туннелей.  | УК-1.4;<br>ПКос-3.1;  | Контроль выполнения             | 1   |



| № п/п   | № раздела и темы   | № и название практических занятий   | Формируемые компетенции   | Вид контрольного мероприятия | Кол-во часов/из них практическая подготовка |
|---|--|---|---|------------------------------|---|
|   | коммуникации туннелей и шахт.  | Системы искусственной вентиляции. Искусственное освещение. Водоотвод и специальное оборудование. Защита от коррозии. В том числе работа с применением современных цифровых инструментов (Google Jamboard, Miro, Kahoot) | ПКос-3.4;<br>ПКос-3.5;<br>ПКос-4 .3;<br>ПКос-4 .4                         | ия РГР                       |   |
| Раздел 7. «Производство, организация и технология подземных гидротехнических сооружений».     |  |   |   |                              |   |
| 7.  | Тема 1. Производство и организация подземных гидротехнических работ. | <i>Лекция №7</i><br>Строительство подземных сооружений открытым, закрытым и опускным способом.  | УК-1.4;<br>ПКос-3.1;<br>ПКос-3.4;<br>ПКос-3.5;<br>ПКос-4 .3;<br>ПКос-4 .4 | Анализ конкретных ситуаций   | 2   |
|   | Тема 2. Крепление подземных выработок.                               | <i>Практическая работа №9</i><br>Общие сведения.<br>Металлическая арочная крепь. Анкерная крепь.<br>Набрызг-бетонная крепь.   | УК-1.4;<br>ПКос-3.1;<br>ПКос-3.4;<br>ПКос-3.5;<br>ПКос-4 .3;<br>ПКос-4 .4 | Контроль выполнения РГР      | 2   |
| Раздел 8. «Современные технологии комплексного освоения подземного пространства мегаполисов». |  |   |   |                              |   |
| 8.  | Тема 1. Современные технологии возведения подземных сооружений.      | <i>Лекция №8</i><br>Специальные способы строительства. Методы закрепления грунтов инъекцией.  | УК-1.4;<br>ПКос-3.1;<br>ПКос-3.4;<br>ПКос-3.5;<br>ПКос-4 .3;<br>ПКос-4 .4 | Анализ конкретных ситуаций   | 1   |
|   |  | <i>Практическая работа №10</i><br>Щиты с пригрузом забоя.<br>Проходка туннелей под защитой экрана из труб.<br>Бестраншейная прокладка инженерных коммуникаций   | УК-1.4;<br>ПКос-3.1;<br>ПКос-3.4;<br>ПКос-3.5;<br>ПКос-4 .3;<br>ПКос-4 .4 | Контроль выполнения РГР      | 1   |
|   | <b>ИТОГО</b>   |   |   |                              | <b>20</b>                                   |

## ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 5

### Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

| № п/п  | № раздела и темы   | Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения  |
|--|--|--|
| <b>Раздел 1. «Введение в дисциплину».</b>  |  |  |
| 1.   | Тема 1. Введение.  | Тенденции и направления использования подземного пространства (УК-1.4; ПКос-3.1; ПКос-3.4; ПКос-3.5; ПКос-4 .3; ПКос-4 .4)   |
| 2.   | Тема 2. Освоение подземного пространства.                          | Классификация подземных сооружений. Класс сооружений (УК-1.4; ПКос-3.1; ПКос-3.4; ПКос-3.5; ПКос-4 .3; ПКос-4 .4)  |
| 3.   | Тема 3. Материалы для подземных конструкций.                       | Бетон, набрызг – бетон, эко-бетон и другие виды материалов (УК-1.4; ПКос-3.1; ПКос-3.4; ПКос-3.5; ПКос-4 .3; ПКос-4 .4)  |
| <b>Раздел 2. «Общие сведения о конструкциях подземных гидротехнических сооружений».</b>                                      |  |  |
| 4.   | Тема 1. Введение.  | Конструктивные элементы и примеры компоновочных решений (УК-1.4; ПКос-3.1; ПКос-3.4; ПКос-3.5; ПКос-4 .3; ПКос-4 .4)   |
| 5.   | Тема 2. Основные положения по проектированию подземных сооружений. | Особенности проектирования подземных сооружений. Гидроизоляция, дренаж и фильтрационные расчеты подземных сооружений (УК-1.4; ПКос-3.1; ПКос-3.4; ПКос-3.5; ПКос-4 .3; ПКос-4 .4)  |
| 6.   | Тема 3. Обделки туннелей и шахт.                                   | Обделки из монолитного бетона и железобетона. Сборные обделки. Комбинированные обделки (УК-1.4; ПКос-3.1; ПКос-3.4; ПКос-3.5; ПКос-4 .3; ПКос-4 .4)  |
| <b>Раздел 3. «Инженерно-геологические изыскания и исследования для проектирования и строительства подземных сооружений».</b> |  |  |
| 7.   | Тема 1. Инженерно-геологические изыскания и исследования.          | Изучение геологического строения горного массива. Инженерно-геологические исследования. Исследования физико-механических свойств горных пород (УК-1.4; ПКос-3.1; ПКос-3.4; ПКос-3.5; ПКос-4 .3; ПКос-4 .4)                 |
| 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-1.4; ПКос-3.1; ПКос-3.4; ПКос-3.5; ПКос-4 .3; ПКос-4 .4) |
| <b>Раздел 4. «Условия работы подземных сооружений».</b>  |  |  |
| 9.   | Тема 1. Нагрузки на подземные сооружения.                          | Схематизация горного массива. Взаимодействие конструкции подземных сооружений с массивом грунта. Нагрузки, воздействия и их сочетания (УК-1.4; ПКос-3.1; ПКос-3.4; ПКос-3.5; ПКос-4 .3; ПКос-4 .4)                         |
| 10.  | Тема 2. Исследования подземных сооружений.                         | Натурные исследования. Модельные исследования. Математическое моделирование (УК-1.4; ПКос-3.1; ПКос-3.4; ПКос-3.5; ПКос-4 .3; ПКос-4 .4)   |
| <b>Раздел 5. «Расчеты подземных гидротехнических сооружений».</b>  |  |  |
| 11.  | Тема 1. Теоретические  | Применение численных методов в расчетах подземных  |

| № п/п  | № раздела и темы   | Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения   |
|--|--|---|
|  | основы статических расчетов подземных сооружений.                    | сооружений. Статические методы расчётов (УК-1.4; ПКос-3.1; ПКос-3.4; ПКос-3.5; ПКос-4 .3; ПКос-4 .4)  |
| <b>Раздел 6. «Основные направления расчетов туннелей и шахт».</b>                                    |  |   |
| 12.  | Тема 1. Основные направления расчетов обделок туннелей и шахт.       | Расчет однослойных монолитных бетонных и железобетонных обделок. Расчет сборных и многослойных комбинированных обделок (УК-1.4; ПКос-3.1; ПКос-3.4; ПКос-3.5; ПКос-4 .3; ПКос-4 .4)   |
| 13.  | Тема 2. Инженерные коммуникации туннелей и шахт.                     | Вентиляция туннелей. Системы искусственной вентиляции. Искусственное освещение. Водоотвод и специальное оборудование. Защита от коррозии (УК-1.4; ПКос-3.1; ПКос-3.4; ПКос-3.5; ПКос-4 .3; ПКос-4 .4)   |
| <b>Раздел 7. «Производство, организация и технология подземных гидротехнических сооружений».</b>     |  |   |
| 14.  | Тема 1. Производство и организация подземных гидротехнических работ. | Строительство подземных сооружений открытым, закрытым и опускным способом (УК-1.4; ПКос-3.1; ПКос-3.4; ПКос-3.5; ПКос-4 .3; ПКос-4 .4)  |
| 15.  | Тема 2. Крепление подземных выработок.                               | Общие сведения. Металлическая арочная крепь. Анкерная крепь. Набрызг-бетонная крепь (УК-1.4; ПКос-3.1; ПКос-3.4; ПКос-3.5; ПКос-4 .3; ПКос-4 .4)  |
| <b>Раздел 8. «Современные технологии комплексного освоения подземного пространства мегаполисов».</b> |  |   |
| 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-1.4; ПКос-3.1; ПКос-3.4; ПКос-3.5; ПКос-4 .3; ПКос-4 .4) |

## 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 | Виртуальная экскурсия, видеозанятие   |
| 2.    | Общие сведения о конструкциях подземных гидротехнических сооружений.                                      | ПЗ | Виртуальная экскурсия, видеозанятие   |
| 3.    | Инженерно-геологические изыскания и исследования для проектирования и строительства подземных сооружений. | ПЗ | Разбор конкретных ситуаций  |

| № п/п | Тема и форма занятия  |    | Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий |
|-------|---|----|---|
| 4.    | Условия работы подземных сооружений.  | ПЗ | Ситуационные задания  |
| 5.    | Расчеты подземных гидротехнических сооружений.                                | ПЗ | Виртуальная экскурсия<br>Виртуальная лабораторная работа                      |
| 6.    | Основные направления расчетов туннелей и шахт.                                | ПЗ | Анализ конкретных ситуаций  |
| 7.    | Производство, организация и технология подземных гидротехнических сооружений. | ПЗ | Анализ конкретных ситуаций  |
| 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**

Примерные темы РГР: проектирование и расчёт обделок гидротехнических туннелей – 30 вар.

Виды текущего контроля: выполнение разделов РГР, обсуждение результатов в форме устных вопросов, дискуссий и дебатов в соответствии с фондом оценочных средств.

Текущий контроль по дисциплине проводится по окончании изучения теоретического раздела и завершению выполнения курсовых проектов.

Итоговая оценка по РГР выставляется по четырёхбальной системе («отлично», «хорошо», «удовлетворительно» и «неудовлетворительно») по результатам ее защиты, по качеству разработки графического материала и написанию пояснительной записки.

Примерный перечень вопросов, выносимых на **зачёт**, (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 положения 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?

## 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 РГР или текущую работу, в том числе на зачете, соответствуют оценке успеваемости студента по данной дисциплине - «незачет».

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

### Критерии оценивания результатов обучения

Таблица 8

| Оценка                              | Критерии оценивания  |
|-------------------------------------|--|
| Высокий уровень<br>«5»<br>(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. <b>Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – высокий</b> |
| Средний уровень<br>«4»<br>(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.<br><b>Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – хороший (средний).</b>   |
| 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.<br><b>Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – достаточный.</b> |
| Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно) | оценку «неудовлетворительно» заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы.<br><b>Компетенции, закреплённые за дисциплиной, не сформированы</b>  |

## 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 заглубленных 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. 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: 16.10.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. 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: 16.10.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

5. 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: 16.10.2022). — 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. 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.

3. 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.

4. 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.

## 7.1 Нормативные правовые акты

1. СП 102.13330.2012 Туннели гидротехнические. Актуализированная редакция СНиП 2.06.09-84. Официальное издание М.: Минрегион России, 2012

2. СП 290.1325800.2016 Водопрпускные гидротехнические сооружения (водосбросные, водоспускные и водовыпускные). Правила проектирования. Официальное издание. М.: Стандартинформ, 2017 год

3. СП 248.1325800.2016 Сооружения подземные. Правила проектирования. Официальное издание М.: Стандартинформ, 2017

4. СП 473.1325800.2019 Здания, сооружения и комплексы подземные. Правила градостроительного проектирования. Официальное издание. М.: Стандартинформ, 2020

5. СП 126.13330.2017 Геодезические работы в строительстве. СНиП 3.01.03-84. Официальный сайт Минстроя РФ <http://www.minstroyrf.ru/> (по состоянию на 21.08.2018)

6. СП 474.1325800.2019 Метрополитены. Правила обследования и мониторинга строительных конструкций подземных сооружений. Официальное издание. М.: Стандартинформ, 2020



## **7.2 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям**

1. Руководство по проектированию гидротехнических туннелей. М., Стройиздат, 1982 г.

2. Руководство по проектированию подземных горных выработок и расчёту крепи. М., Стройиздат, 1983 г.

3. Методические указания по проектированию обделок гидротехнических туннелей. М., МГУП, 1997 г.

4. 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>

5. Тер-Мартirosян, А. З. Механика грунтов в высотном и подземном строительстве : учебно-методическое пособие / А. З. Тер-Мартirosян. — Москва : МИСИ – МГСУ, 2021. — 39 с. — ISBN 978-5-7264-2850-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/179200> (дата обращения: 16.10.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

6. Основы численного моделирования в механике грунтов и геотехнике : учебно-методическое пособие / А. З. Тер-Мартirosян, В. В. Сидоров, Е. С. Соболев, И. Н. Лузин. — Москва : МИСИ – МГСУ, 2020. — 91 с. — ISBN 978-5-7264-2349-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/165197> (дата обращения: 16.10.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

7. Никифорова, Н. С. Технология строительства подземных сооружений : учебно-методическое пособие / Н. С. Никифорова. — Москва : МИСИ – МГСУ, 2021. — 52 с. — ISBN 978-5-7264-2848-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/179202> (дата обращения: 16.10.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

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

Комплексы программ Microsoft Office, MIDAS GTS и Autodesk Simulations. Интернет ресурсы - <http://www.rushydro.ru> (открытый доступ), [gosnadzor.ru](http://gosnadzor.ru) (открытый доступ) и [undgraundciti-forum.com](http://undgraundciti-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           | расчётная                   | 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 XP или Win 7 или более поздние версии, процессоры с частотой не менее 2 000 МГц, RAM 2 Гбт. (15 шт).
2. Установленный на каждый компьютер пакет программ Office 2010 (Word, Excel, Access, PowerPoint) или более поздней версии.
3. Проектор и экран (передвижной или стационарный),
4. Ноутбук.
5. Современная доска с аксессуарами (интерактивный видеозэкран - 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, 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 | Компьютеры с программным комплексом<br>Инвентаризационный номер<br>21013400000500÷21013400000514 |
| Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций,  | Компьютеры с программным комплексом:<br>преподавательский компьютер:                             |

| Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы (№ учебного корпуса, № аудитории)   | Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы   |
|---|---|
| учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы.<br>№ 233 кор.29 (ул. Б. Академическая д. 44 строение 5) | инвентаризационный номер<br>2101340105;<br>студенческие компьютеры:<br>21013400000467÷21013400000477,<br>210134000000926, ...932,<br>...1346÷...1353<br>Видеопроектор:<br>инвентаризационный номер<br>410134000001135; экран, доска |
| Читальный зал<br>кор.29 (ул. Б. Академическая д. 44 строение 5)   | Техническая литература,<br>нормативные документы,<br>компьютеры с выходом в интернет  |

## 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 исходные данные для выполнения РГР.

5. Получить у преподавателя перечень вопросов к зачёту.

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

2. Выполнить разделы РГР.

3. Прослушать курс лекций на дополнительных занятиях.

В конце семестра: 1. Устранить выявленные замечания по РГР.

2. Защитить РГР.

3. Подготовиться к сдаче зачёта 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 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, Corel Studio 12, программах для демонстрации видеофильмов, видеороликов, флеш-анимации, 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 различных чертежей (AutoCAD 2019–2022).

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 тоннелей.

### Программу разработала:

Доцент кафедры гидротехнических

сооружений, к.т.н.



(подпись)

Зборовская М.И.

## РЕЦЕНЗИЯ

### на рабочую программу дисциплины Б1.В.12 «Подземные сооружения» ОПОП ВО по направлению 08.03.01 «Строительство», направленность «Промышленное и гражданское строительство» (квалификация выпускника – бакалавр)

Жарницким Валерием Яковлевичем, д.т.н., профессором кафедры сельскохозяйственного строительства и экспертизы объектов недвижимости РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, (далее по тексту рецензент), проведена рецензия рабочей программы дисциплины «**Подземные сооружения**» ОПОП ВО по направлению 08.03.01 – «*Строительство*», направленность «**Промышленное и гражданское строительство**» (уровень обучения - бакалавриат) 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 сооружения» (далее по тексту Программа) соответствует требованиям ФГОС ВО по направлению 08.03.01 - *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 вариативной части учебного цикла – Б1.В.

3. Представленные в Программе **цели** дисциплины соответствуют требованиям ФГОС ВО направления 08.03.01 - *Строительство*.

4. В соответствии с Программой за дисциплиной «Подземные сооружения» закреплено 6 **компетенций**. Дисциплина «Подземные 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 сооружения» составляет 2 зачётных единицы (72 часа).

7. Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин соответствует действительности. Дисциплина «Подземные сооружения» взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 08.03.01 - *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 сооружения» предполагает 8 занятий в интерактивной форме и 4 часа практической работы.

10. Виды, содержание и трудоёмкость самостоятельной работы студентов, представленные в Программе, соответствуют требованиям к подготовке выпускников, содержащимся во ФГОС ВО направления 08.03.01 - *Строительство*.

11. Представленные и описанные в Программе формы *текущей* оценки знаний (опрос, работа над РГР в форме «игрового проектирования» (в профессиональной области) и аудиторные задания - работа с конкретными ситуациями, виртуальные экскурсии, виртуальная лабораторная работа), соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Форма промежуточного контроля знаний студентов, предусмотренная Программой, осуществляется в форме зачета и защиты РГР, что соответствует статусу дисциплины, как

дисциплины вариативной части учебного цикла – Б1 ФГОС ВО направления *08.03.01 - Строительство*.

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

13. Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено: основной литературой – 5 источников (базовый учебник), дополнительной литературой – 4 наименования, нормативной литературой – 6 наименований, методической литературой – 7 источников; Интернет-ресурсы – 3 источника и соответствует требованиям ФГОС ВО направления *08.03.01 - Строительство*.


14. Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует специфике дисциплины «Подземные 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 сооружения».

#### **ОБЩИЕ ВЫВОДЫ**

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины «Подземные сооружения» ОПОП ВО по направлению *08.03.01 «Строительство»*, направленность *«Промышленное и гражданское строительство»* (квалификация выпускника – бакалавр), 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: Жарницкий Валерий Яковлевич, д.т.н., профессор кафедры сельскохозяйственного строительства и экспертизы объектов недвижимости

  
\_\_\_\_\_  
(подпись)

«23» августа 2022 г.