


МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

**УТВЕРЖДАЮ**

Заведующий кафедрой  
гидрогеологии, инженерной геологии и геоэкологии  
наименование кафедры, отвечающей за реализацию дисциплины

 Бочаров В.Л.  
подпись, расшифровка подписи

08.06.2020г.

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Б1.В.ДВ.14.02 Определяющие уравнения для грунтов**

- 1. Код и наименование направления подготовки:** 05.03.01 Геология
- 2. Профиль подготовки:** Гидрогеология и инженерная геология
- 3. Квалификация (степень) выпускника:** бакалавр
- 4. Форма обучения:** очная
- 5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:** гидрогеологии, инженерной геологии и геоэкологии
- 6. Составители программы:** Курилович Андрей Эдуардович, к. г.-м. н., доцент
- 7. Рекомендована:** научно-методическим советом геологического факультета, протокол № 6 от 04.06.2020 г.
- 8. Учебный год:** 2023-2024 **Семестр(ы):** 8

### 9. Цели и задачи учебной дисциплины:

Целью изучения курса «Определяющие уравнения для грунтов» является получение студентами знаний и представлений о напряженно-деформируемом состоянии грунтов и формировании их инженерно-геологических свойств. Достижение указанной цели осуществляется путем решения следующих задач:

- изучения основ механики сплошных сред;
- изучения существующих моделей поведения грунтов под нагрузкой;
- оценки реального поведения грунта в конкретных условиях.

### 10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:

Дисциплина по выбору.

Приступая к изучению этого курса, студенты должны располагать определенными знаниями в области общей геологии, минералогии, кристаллографии, петрографии, химии, физики и математики.

В результате изучения технической мелиорации студенты должны научиться оценивать грунтовый массив как объект целенаправленного изменения его важнейших инженерно-строительных особенностей. Полученные студентами знания будут использованы для дальнейшего изучения курсов грунтоведения, инженерной геодинамики, механики грунтов и региональной инженерной геологии. а также в практической деятельности при работе выпускников в научных, изыскательских и проектных организациях.

### 11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников):

Компетенция		Планируемые результаты обучения
Код	Название	
ПК-1	Обладать способностью использовать знания в области геологии, геофизики, геохимии, гидрогеологии и инженерной геологии, геологии и геохимии горючих ископаемых, экологической геологии для решения научно-исследовательских задач в области инженерной геологии	знать: теоретические и методологические основы инженерной геологии. уметь: использовать в профессиональной деятельности теоретические знания. владеть: современными методами получения геологической информации для решения как научных, так и практических задач.
ПК-6	Обладать готовностью в составе научно-производственного коллектива участвовать в составлении карт, схем, разрезов и другой установленной отчетности по утвержденным формам	знать: теоретические и методологические основы интерпретации инженерно-геологической информации. уметь: в составе научно-производственного коллектива участвовать в составлении отчетов, рефератов, в подготовке публикаций владеть: современными методами обработки геологической.

### 12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час. — 2/72.

Форма промежуточной аттестации зачет.

### 13. Виды учебной работы

Вид учебной работы	Трудоемкость			
	Всего	По семестрам		
		№ семестра 8	№ семестра	...
Аудиторные занятия	36	36		
в том числе: лекции	12	12		
практические	12	12		

лабораторные	12	12		
Самостоятельная работа	36	36		
Форма промежуточной аттестации (зачет)	0	0		
Итого:	72	72		

### 13.1. Содержание дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
<b>1. Лекции</b>		
1.1	Введение. Основные понятия.	Использование численных методов в геотехнических расчетах.
1.2	Основы механики сплошных сред.	Понятие о модели грунта. Напряжения. Трехмерное пространство главных напряжений.
1.3	Упругие модели поведения грунтов под нагрузкой.	Линейно-упругая модель. Анизотропно-упругая модель.
1.4	Основы теории пластичности.	Закон пластического течения материала. Закон пластического упрочнения.
1.5	Упругопластические модели.	Упругая идеально-пластическая модель.
1.6	Упругопластические модели.	Упругопластические модели с кинематическим упрочнением.
1.7	Оценка поведения грунтов под нагрузкой.	Определение упругих параметров. Модуль Юнга, модуль сдвига. Определение параметров пластического материала.
1.8	Примеры использования моделей.	Выбор модели при расчете фундаментов мелкого и глубокого заложения.
1.9	Специальные геотехнические расчеты.	Расчет устойчивости земляных плотин, насыпей, дамб. Разработка котлованов.
<b>2. Практические занятия</b>		
2.1	Введение. Основные понятия.	Основные этапы моделирования.
2.2	Основы механики сплошных сред.	Тензор деформации.
2.3	Упругие модели поведения грунтов под нагрузкой.	Нелинейно-упругие модели.
2.4	Основы теории пластичности.	Дилатансия и контракция.
2.5	Упругопластические модели.	Упругопластические модели с изотропным упрочнением.
2.6	Упругопластические модели.	Упругопластические модели с разупрочнением.
2.7	Оценка поведения грунтов под нагрузкой.	Сцепление, угол внутреннего трения.
2.8	Примеры использования моделей.	Выбор модели при расчете фундаментов мелкого и глубокого заложения.
2.9	Специальные геотехнические расчеты.	Проходка тоннелей.
<b>3. Лабораторные работы</b>		
3.1	Введение. Основные понятия.	Расчет устойчивости земляных плотин, насыпей, дамб.
3.2	Основы механики сплошных сред.	Расчет устойчивости земляных плотин, с учетом взвешивающего действия воды.
3.3	Упругие модели поведения грунтов под нагрузкой.	Расчет устойчивости склона.
3.4	Основы теории пластичности.	Расчет устойчивости склона с учетом пригрузки.
3.5	Упругопластические модели. Оценка поведения грунтов под нагрузкой.	Расчет горного давления со стороны кровли горизонтальной горной выработки.
3.6	Примеры использования моделей.	Расчет горного давления со стороны боковых стенок горизонтальной горной выработки.
3.7	Специальные геотехнические расчеты.	Расчет горного давления со стороны почвы горизонтальной горной выработки

### 13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Виды занятий (часов)				Всего
		Лекции	Лаборат. работы	Практ. занятия	Самостоятельная работа	
1.	Введение. Основные понятия.	1	1	1	3	6
2.	Основы механики сплошных сред.	1	1	1	3	6
3.	Упругие модели поведения грунтов под нагрузкой.	1	1	1	5	6
4.	Основы теории пластичности.	2	2	2	5	11
5.	Упругопластические модели.	2	2	2	5	11
6.	Упругопластические модели.	2	2	2	5	11
7.	Оценка поведения грунтов под нагрузкой.	1	1	1	4	7
8.	Примеры использования моделей.	1	1	1	5	8
9.	Специальные геотехнические расчеты.	1	1	1	1	4
Итого:		12	12	12	36	72

### 14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Имеется электронный курс, где выложены лекции, задания по лабораторным работам и методика их выполнения, вопросы для самоконтроля. Обучающимся следует использовать опубликованные методические пособия по курсу из списка литературы, работать с конспектами лекций, выполнять лабораторные занятия.

### 15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины (список литературы оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ и используется общая сквозная нумерация для всех видов источников)

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1.	Горлач, Б. А. Теория вероятностей и математическая статистика [Электронный ресурс] / Горлач Б. А. — 1-е изд. — Санкт-Петербург : Лань, 2013. — 320 с. — Книга из коллекции Лань
2.	Буре, В. М. Теория вероятностей и математическая статистика [Электронный ресурс] / Буре В. М., Парилина Е. М. — 1-е изд. — Санкт-Петербург : Лань, 2013. — 416 с. — Книга из коллекции Лань

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
3.	Дмитриев В.В. Методы и качество лабораторного изучения грунтов : учебное пособие / В.В. Дмитриев, Л.А. Ярг. — М.: КДУ, 2008. — 542 с.

в) информационные электронно-образовательные ресурсы (официальные ресурсы интернет)\*:

№ п/п	Ресурс
4.	ЭБС "Университетская библиотека online" <a href="https://biblioclub.ru">https://biblioclub.ru</a>
5.	Научная электронная библиотека <a href="https://elibrary.ru/">https://elibrary.ru/</a>
6.	Электронно-библиотечная система «Консультант студента» <a href="http://www.studmedlib.ru">http://www.studmedlib.ru</a>
7.	Электронно-библиотечная система «Лань» <a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
8.	Электронно-библиотечная система «РУКОНТ» (ИТС Контекстум) <a href="http://rucont.ru">http://rucont.ru</a>
9.	Электронно-библиотечная система «Юрайт» <a href="https://lib.vsu.ru/url.php?url=http://www.biblio-online.ru">https://lib.vsu.ru/url.php?url=http://www.biblio-online.ru</a>
10.	Электронный учебный курс: Инженерная геология нефтегазовых месторождений - <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=6520">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=6520</a>
11.	Бесплатный некоммерческий справочно-образовательный портал для геологов, студентов-геологов <a href="http://www.geokniga.org/">http://www.geokniga.org/</a>
12.	Бесплатный некоммерческий портал с научно-популярной и учебной литературой по геологии <a href="http://www.jurassic.ru/amateur.htm">http://www.jurassic.ru/amateur.htm</a>

**16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы** (учебно-методические рекомендации, пособия, задачки, методические указания по выполнению практических (контрольных) работ и др.)

№ п/п	Источник
1.	Клюшников В.Д. Математическая теория пластичности / В.Д. Клюшников. - М.: Изд-во МГУ, 1979. – 208 с.
2.	Строкова Л.А. Определяющие уравнения для грунтов / Л.А. Строкова. – Томск: Изд-во ТПУ, 2009. – 150 с.
3.	Маслов Л.Б. Численные методы механики. Курс лекций / Л.Б. Маслов. – Иваново: Изд-во ИГЭУ, 2006. – 128 с.

**17. Информационные технологии, используемые для реализации учебной дисциплины, включая программное обеспечение и информационно-справочные системы (при необходимости)**

Программа реализуется с использованием электронного обучения и применением дистанционных образовательных технологий

№ п/п	Программное обеспечение
1.	WinPro 8 RUS Upgrd OLP NL Acdmc
2.	OfficeSTD 2013 RUS OLP NL Acdmc
3.	Неисключительные права на ПО Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Расширенный Russian Edition
4.	Программная система для обнаружения текстовых заимствований в учебных и научных работах Антиплагиат.ВУЗ
5.	Права на программы для ЭВМ Microsoft Imagine Premium Renewed Subscription (3 year)

**18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:**

Для освоения дисциплины используется специализированная учебная лаборатория, оснащенная стандартными приборами и оборудованием. При чтении лекций и проведении лабораторных занятий, а также в самостоятельной работе студентов, используется компьютерный класс со специальным программным обеспечением и Интернетом.

№ аудитории	Адрес	Название аудитории	Тип аудитории	Материально-техническое обеспечение
110	г. Воронеж, Университетская пл.1, первый корпус		Компьютерный класс.	Компьютер Intel(R) Pentium(R) CPU G840 2.80GHz, ОЗУ 4,00 ГБ (9 шт.); компьютер Intel(R) Pentium(R) CPU G870 3.10GHz, ОЗУ 6,00 ГБ (4 шт.); монитор SAMSUNG SyncMaster E1920 (12 шт.); монитор ASER S221NGL; проектор BENQ Digital Projector MS535; презентер OKLICK 695P; камера SVEN; микрофон OKLICKMP-MOO9B; колонки (акустические) SVEN 312, 2.0; экран демонстрационный 2x3 м
205	г. Воронеж, Университетская пл.1, первый корпус	Лаборатория грунтоведения и механики грунтов	Лаборатория	Сушильные шкафы, вытяжной шкаф, литровые цилиндры для определения грансостава, ареометры, сдвиговые приборы, компрессионные приборы, прибор предварительного сжатия грунтов, индикаторы часового типа ИЧ-10, бюксы металлические, эксикаторы, сита грунтовые, ступки с пестиками; конус балансирный Васильева (КБВ) (1 шт.); комплект сит КП-131 (2 шт.); устройство одноплоскостного среза СПКА 40/35-25 (ГТ 1.2.3) с датчиками:

				<p>линейных перемещений ДЛП-24; силы SBA 500-L/, блок электронно-преобразующей аппаратуры ЭПА (ГТ 6.0.1); устройство трехосного сжатия ГТ 1.3.1-04, блок электронно-преобразующей аппаратуры ЭПА (ГТ 6.0.1), компрессор SIL – AIR 100 24; компьютер GIGABYTEGA-A320M-S2HV2, SocketAM4, AMDB350, mAT; AMDAthlon 200GE; CRUCIALCT8G4DFS824ADDR4 – 8 Гб 2400, DIMM; TOSHIBAP300 HDWD110UZSVA, 1 Тб HDD, SATAIII, 3.5"; AEROCOOL VX PLUS 450W;</p> <p>МониторSAMSUNG 19", 94UN (R)ALS19HAAKSB/EDCS/NHA19H9 NL525857 L; весы электронные лабораторные «MASSA-K» BK-600 (2 шт.)</p>
--	--	--	--	---

## 19. Фонд оценочных средств:

### 19.1. Перечень компетенций с указанием этапов формирования и планируемых результатов обучения

Код и содержание компетенции (или ее части)	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенции посредством формирования знаний, умений, навыков)	Этапы формирования компетенции (разделы (темы) дисциплины или модуля и их наименование)	ФОС* (средства оценивания)
ПК-1 Обладать способностью использовать знания в области геологии, геофизики, геохимии, гидрогеологии и инженерной геологии и геохимии горючих ископаемых, экологической геологии для решения научно-исследовательских задач в области инженерной геологии	<p>знать: теоретические и методологические основы инженерной геологии.</p> <p>уметь: использовать в профессиональной деятельности теоретические знания.</p> <p>владеть: современными методами получения геологической информации для решения как научных, так и практических задач.</p>	Введение. Основные понятия.	эссе (рефераты, доклады, сообщения), тема 1
		Основы механики сплошных сред.	эссе (рефераты, доклады, сообщения), тема 2
		Упругие модели поведения грунтов под нагрузкой.	эссе (рефераты, доклады, сообщения), тема 3
		Основы теории пластичности.	эссе (рефераты, доклады, сообщения), тема 4
ПК-6 Обладать готовностью в составе научно-производственного коллектива участвовать в составлении карт, схем, разрезов и другой установленной отчетности по утвержденным формам	<p>знать: теоретические и методологические основы интерпретации инженерно-геологической информации.</p> <p>уметь: в составе научно-производственного коллектива участвовать в составлении отчетов, рефератов, в подготовке публикаций</p> <p>владеть: современными методами обработки геологической.</p>	Упругопластические модели.	эссе (рефераты, доклады, сообщения), тема 5
		Упругопластические модели.	эссе (рефераты, доклады, сообщения), тема 6
		Оценка поведения грунтов под нагрузкой.	эссе (рефераты, доклады, сообщения), тема 7
		Примеры использования моделей.	эссе (рефераты, доклады, сообщения), тема 8
		Специальные геотехнические расчеты.	эссе (рефераты, доклады, сообщения), тема 9
<b>Промежуточная аттестация (зачет)</b>			Комплект КИМ № 1

\* В графе «ФОС» в обязательном порядке перечисляются оценочные средства текущей и промежуточной аттестаций.

### 19.2 Описание критериев и шкалы оценивания компетенций (результатов обучения) при промежуточной аттестации

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
<i>Обучающийся в полной мере владеет понятийным аппаратом и теоретическими основами дисциплины, способен иллюстрировать ответ примерами и фактами, способен применять теоретические знания для решения практических задач инженерной геологии.</i>	<i>Повышенный уровень</i>	<i>Зачтено</i>
<i>Обучающийся владеет понятийным аппаратом и теоретическими основами дисциплины, способен иллюстрировать ответ примерами и фактами, способен применять теоретические знания для решения практических задач инженерной геологии, но при этом допускает отдельные ошибки при ответах на вопросы.</i>	<i>Базовый уровень</i>	<i>Зачтено</i>
<i>Обучающийся владеет, частично, понятийным аппаратом и теоретическими основами дисциплины, фрагментарно способен иллюстрировать ответ примерами и фактами, фрагментарно способен применять теоретические знания для решения практических задач инженерной геологии.</i>	<i>Пороговый уровень</i>	<i>Зачтено</i>
<i>Обучающийся демонстрирует отрывочные, фрагментарные знания в базовых положениях и теоретических основах дисциплины, допускает грубые ошибки в иллюстрировании результатов и применении изученных методов при решении задач инженерной геологии.</i>	<i>–</i>	<i>Не зачтено</i>

### 19.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

#### 19.3.1 Перечень вопросов к зачету:

1. Использование численных методов в геотехнических расчетах.
2. Разработка котлованов. Проходка тоннелей.
3. Основные этапы моделирования.
4. Расчет устойчивости земляных плотин, насыпей, дамб.
5. Процессный подход к исследованию теории управления.
6. Выбор модели при расчете фундаментов мелкого заложения.
7. Трехмерное пространство главных напряжений. Тензор деформации.
8. Выбор модели при расчете фундаментов глубокого заложения.
9. Линейно-упругая модель. Анизотропно-упругая модель.
10. Определение параметров пластического материала. Сцепление, угол внутреннего трения.
11. Нелинейно-упругие модели.
12. Определение упругих параметров. Модуль Юнга, модуль сдвига.
13. Закон пластического течения материала.
14. Упругопластические модели с разупрочнением.
15. Дилатансия и контракция.
16. Упругопластические модели с кинематическим упрочнением.

#### 19.3.2. Перечень лабораторных работ

1. Расчет устойчивости земляных плотин, насыпей, дамб.
2. Расчет устойчивости земляных плотин, с учетом взвешивающего действия воды.
3. Расчет устойчивости склона.
4. Расчет устойчивости склона с учетом пригрузки.
5. Расчет горного давления со стороны кровли горизонтальной горной выработки.

6. Расчет горного давления со стороны боковых стенок горизонтальной горной выработки.
7. Расчет горного давления со стороны почвы горизонтальной горной выработки

### 19.3.3. Темы эссе (рефератов, докладов, сообщений)

1. Введение. Основные понятия.
2. Основы механики сплошных сред.
3. Упругие модели поведения грунтов под нагрузкой.
4. Основы теории пластичности.
5. Упругопластические модели.
6. Упругопластические модели.
7. Оценка поведения грунтов под нагрузкой.
8. Примеры использования моделей.
9. Специальные геотехнические расчеты.

### 19.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Оценка знаний, умений и навыков, характеризующая этапы формирования компетенций в рамках изучения дисциплины осуществляется в ходе текущей и промежуточной аттестаций.

Текущая аттестация проводится в соответствии с Положением о текущей аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета. Текущая аттестация проводится в форме(ах) *лабораторных работ; тестирования*. Критерии оценивания приведены выше.

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования.

Контрольно-измерительные материалы промежуточной аттестации включают в себя теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень полученных знаний, позволяющие оценить степень сформированности умений и навыков деятельности в данной области.

При оценивании используются качественные шкалы оценок. Критерии оценивания приведены выше.

### 19.5. Фонд оценочных средств сформированности компетенций (перечень заданий)

**ПК-1 Обладать способностью использовать знания в области геологии, геофизики, геохимии, гидрогеологии и инженерной геологии, геологии и геохимии горючих ископаемых, экологической геологии для решения научно-исследовательских задач в области инженерной геологии**

#### 1) закрытые задания (тестовые, средний уровень сложности):

ЗАДАНИЕ 1. Методы поверхностного и глубинного закрепления массива подразделяются на:

- Механические и химические
- Химические и физические
- **Механические, физические, физико-химические и химические**

ЗАДАНИЕ 2. Обработка глинистых грунтов раствором хлористого кальция вызывает:

- Снижение водопроницаемости грунта
- **Некоторое повышение несущей способности грунта**
- Не влияет на состояние и свойства грунта

#### 2) открытые задания (короткие ответы, средний уровень сложности):

ЗАДАНИЕ 1. Заполните пропуск:

При химическом упрочнении грунтов может использоваться негашеная молотая ...

**Ответ:** известь

#### 3) открытые задания (ситуационные задачи, средний уровень сложности):



**ЗАДАНИЕ 1.** Охарактеризуйте способы укрепления грунта полем положительных и отрицательных температур

**Ответ:** Термическое упрочнение грунтового массива (глубинный обжиг) применяется для просадочных лессовых грунтов. Для этого используется два основных способа.

Первый способ заключается в нагнетании в пористый лессовый грунт через жаростойкие трубопроводы в скважины горячего воздуха, разогретого до температуры 600-900 градусов в специальных нагревательных агрегатах. В скважине постоянно поддерживается избыточное давление в 1-2 атмосферы. Основное условие, это полная герметизация затвора скважины. Радиус закрепления до полутора метров.

Во втором случае, сжигание газообразного, жидкого или твердого горючего с необходимыми химическими добавками, под давлением, производится непосредственно в скважинах или над ними. Радиус закрепления достигает трех метров.

Сущность метода замораживания заключается в том, чтобы вокруг котлована или иной выработки создать прочную монолитную стену из мерзлого влажного грунта. Для этого по вокруг выработки бурятся скважины на расстоянии до 1,5 метров друг от друга. В них устанавливаются замораживающие колонки, по которым циркулирует хладоноситель (солевой раствор или газ, охлажденный до отрицательной температуры). Таким образом, вокруг скважин формируется зона прочного, водонепроницаемого замороженного грунта, образующая сплошную завесу.

**ПК-6 Обладать готовностью в составе научно-производственного коллектива участвовать в составлении карт, схем, разрезов и другой установленной отчетности по утвержденным формам**

1) закрытые задания (тестовые, средний уровень сложности):

**ЗАДАНИЕ 1.** Обработка глинистых грунтов раствором хлористого натрия вызывает:

- **Снижение водопроницаемости грунта**
- Некоторое повышение несущей способности грунта
- Не влияет на состояние и свойства грунта

**ЗАДАНИЕ 2.** К механическим методам укрепления грунта относятся:

- **Укатка и трамбовка грунта**
- Замораживание грунта
- Силикатизация грунта

2) открытые задания (короткие ответы, средний уровень сложности):

**ЗАДАНИЕ 1.** Заполните пропуск:

Трамбовка и укатка дисперсных грунтов способствует повышению их плотности и снижению объема ,,, .

**Ответ:** пор

3) открытые задания (ситуационные задачи, средний уровень сложности):

**ЗАДАНИЕ 1.** Охарактеризуйте химические способы укрепления грунта

**Ответ:** Химические способы основаны на введении в грунт вяжущих веществ. Для этого используются химические реагенты. Упрочнение грунтов происходит в результате изменения их состава и характера структурных связей между грунтовыми частицами. По характеру вводимых в грунт реагентов химические методы делятся на два вида.

Упрочнение грунтов неорганическими вяжущими веществами. Из этих методов наиболее часто используется силикатизация, цементация и известкование грунтов.

Упрочнение грунтов органическими вяжущими веществами. Из этих методов наиболее широко применяются битумизация и упрочнение грунтов синтетическими смолами.

**Критерии и шкалы оценивания заданий для оценки сформированности компетенций:**

Для оценивания выполнения заданий используется балльная шкала:

1) закрытые задания (тестовые, средний уровень сложности):

- 1 балл – указан верный ответ;

- 0 баллов – указан неверный ответ, в том числе частично.

2) открытые задания (тестовые, повышенный уровень сложности):

- 2 балла – указан верный ответ;
- 0 баллов – указан неверный ответ, в том числе частично.

3) открытые задания (ситуационные задачи, средний уровень сложности):

- 5 баллов – задание выполнено верно (получен правильный ответ, обоснован (аргументирован) ход выполнения (при необходимости));
- 2 балла – выполнение задания содержит незначительные ошибки, но приведен правильный ход рассуждений, или получен верный ответ, но отсутствует обоснование хода его выполнения (если оно было необходимым), или задание выполнено не полностью, но получены промежуточные (частичные) результаты, отражающие правильность хода выполнения задания, или, в случае если задание состоит из выполнения нескольких подзаданий, 50% которых выполнено верно;
- 0 баллов – задание не выполнено или выполнено неверно (ход выполнения ошибочен или содержит грубые ошибки, значительно влияющие на дальнейшее его изучение).

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Направление/специальность 05.03.01 Геология

Дисциплина Б1.В.ДВ.14.02 Определяющие уравнения для грунтов  
Профиль подготовки Гидрогеология и инженерная геология

Форма обучения Очная

Учебный год 2023/2024

---

---

Ответственный исполнитель  
Зав. кафедрой гидрогеологии  
инженерной геологии и  
геоэкологии

\_\_\_\_\_ В.Л. Бочаров \_\_\_\_ 2020  
*подпись* *расшифровка подписи*

Исполнитель  
Доцент кафедры гидрогеологии  
инженерной геологии и  
геоэкологии

\_\_\_\_\_ А.Э. Курилович \_\_\_\_ 2020  
*подпись* *расшифровка подписи*

СОГЛАСОВАНО

Куратор ООП ВПО  
по направлению/специальности

\_\_\_\_\_ В.Л. Бочаров \_\_\_\_ 2020  
*подпись* *расшифровка подписи*

Начальник.отдела обслуживания ЗНБ

\_\_\_\_\_ \_\_\_\_ 2020  
*подпись* *расшифровка подписи*

---

---

РЕКОМЕНДОВАНА НМС геологического факультета  
протокол № 6 от 04.06.2020 г.