

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Институт географии, геологии, туризма и сервиса



УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе,
качеству образования – первый
проректор

Т.А. Хагуров

2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.В.19 ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ В ГЕОТЕХНИКЕ

(код и наименование дисциплины в соответствии с учебным планом)

Направление подготовки/специальность 05.03.01 Геология

(код и наименование направления подготовки/специальности)

Направленность (профиль) Гидрогеология и инженерная геология

(наименование направленности (профиля) специализации)

Форма обучения очная

(очная, очно-заочная, заочная)

Квалификация бакалавр

Краснодар 2025

1 Цели и задачи изучения дисциплины (модуля)

1.1 Цель освоения дисциплины

Приобретение знаний о назначении, классификации и видах существующих инженерных расчетов, проводимых для оснований, фундаментов и непосредственно зданий и сооружений на этапах изыскания, проектирования, строительства и эксплуатации.

1.2 Задачи дисциплины

- изучение основных видов расчетов, применяемых при выполнении геотехнических работ;
- изучение основных расчетов конструктивных элементов гражданских и промышленных зданий;
- изучение особенностей расчетных работ при проектировании и строительства подземных сооружений, сооружений энергетического, транспортного, жилищно-коммунального хозяйства.

1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Численные методы в геотехнике» относится к вариативной части Блока 1 "Дисциплины (модули)" учебного плана. В соответствии с рабочим учебным планом дисциплина изучается на 4 курсе по очной форме обучения. Вид промежуточной аттестации: зачет.

Дисциплина «Численные методы в геотехнике» читается в 7-ом семестре. Изучение базируется на знаниях, полученных по дисциплинам «Инженерные сооружения», «Неотектоника и катастрофические процессы».

1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование индикатора* достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине (знает, умеет, владеет (навыки и/или опыт деятельности))
ПК-3 Способен производить комплексный анализ взаимодействия проектируемого сооружения с природной средой и прогнозирование изменения природной среды под влиянием естественных и искусственных факторов с учетом полученных расчетных характеристик грунтов и подземных вод	
ИПК-3.1. Способен производить расчет инженерных сооружений различного назначения на устойчивость при динамической и статической нагрузке при осуществлении проектной деятельности	Знать нормативные документы, лежащие в основе расчетов ИС
	Уметь осуществлять расчеты устойчивости инженерных сооружений на статические и динамические воздействия
	Владеть навыками комплексной оценки устойчивости ИС и факторов усугубляющих или улучшающих устойчивость сооружения
ИПК-3.2 Способен производить расчеты инженерных сооружений различных конструкций для предотвращения прогнозируемых изменений природной среды под влиянием естественных и искусственных факторов, возникающих при строительстве и эксплуатации зданий	Знать классификацию защитных сооружений, а также факторы влияющие на определение местоположения и выбора типа ИС
	Уметь отслеживать динамику изменения распределения нагрузки в различных условиях эксплуатации зданий и сооружений в разные временные промежутки времени
	Владеть навыками прогнозирования развития напряженного состояния , возникающего в сооружении и грунтовом основании с течением времени в зависимости от изменения ИГУ и изменения в инженерных решениях

Результаты обучения по дисциплине достигаются в рамках осуществления всех видов контактной и самостоятельной работы обучающихся в соответствии с утвержденным учебным планом.

Индикаторы достижения компетенций считаются сформированными при достижении соответствующих им результатов обучения.

2. Структура и содержание дисциплины

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы (108 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице

Виды работ		Всего часов	Форма обучения
			очная
			7 семестр (часы)
Контактная работа, в том числе:			
Аудиторные занятия (всего):		36,2	36,2
занятия лекционного типа		16	16
лабораторные занятия		18	18
практические занятия		-	-
семинарские занятия		-	-
Иная контактная работа:			
Контроль самостоятельной работы (КСР)		2	2
Промежуточная аттестация (ИКР)		0,2	0,2
Самостоятельная работа, в том числе:		71,8	71,8
Курсовая работа/проект (КР/КП) (подготовка)		-	-
Контрольная работа		-	-
Расчётно-графическая работа (РГР) (подготовка)		-	-
Реферат/эссе (подготовка)		8	8
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.)		51,8	51,8
Подготовка к текущему контролю		12	12
Контроль:			
Подготовка к экзамену		-	-
Общая трудоемкость	час.	108	
	в том числе контактная работа	36,2	
	зач. ед	3	

2.2 Содержание дисциплины

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

Разделы (темы) дисциплины, изучаемые в 7 семестре (4 курсе) (очная форма обучения)

№	Наименование разделов (тем)	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	СРС
1.	Общие сведения о геотехнике и геотехнических расчетах	12	2	-	2	8
2.	Обзор и классификация методов при проведении геотехнических расчетов	36	4	-	6	26
3.	Методы геотехнических расчетов	45,8	10	-	10	25,8
	ИТОГО по разделам дисциплины	93,8	16	-	18	59,8
	Контроль самостоятельной работы (КСР)	2				
	Промежуточная аттестация (ИКР)	0.2				
	Подготовка к текущему контролю	12				
	Общая трудоемкость по дисциплине	108				

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия / семинары, ЛР – лабораторные занятия, СРС – самостоятельная работа студента

2.3 Содержание разделов (тем) дисциплины

2.3.1 Занятия лекционного типа

№	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела (темы)	Форма текущего контроля
1.	Общие сведения о геотехнике и геотехнических расчетах	Объекты, цели и задачи геотехники	Устный опрос
2.	Обзор классификация методов проведения геотехнических расчетов	Расчетные модели геотехнических систем. Упрощенные и нелинейные модели грунтов.	Устный опрос
3.		Метод конечных элементов в геотехнике. Теоретические основы.	Устный опрос
4.		Отечественное программное обеспечение используемое в геотехнике	Устный опрос
5.	Методы геотехнических расчетов	Зарубежное программное обеспечение используемое в геотехнике (ANSYS, PLAXIS, Midas GTS)	Устный опрос
6.		Матрица жесткости конечных элементов. Общие положения.	Тестирование
7.		Метод упругих решений и метод Ньютона-Рафсона	Тестирование
8.		Смешанная (упругопластическая) задача теорий упругости и пластичности. Нелинейный расчет геотехнических объектов.	Устный опрос

2.3.2 Занятия семинарского типа (практические / семинарские занятия/ лабораторные работы)

№	Наименование раздела (темы)	Тематика занятий/работ	Форма текущего контроля
1.	Общие сведения о геотехнике и геотехнических расчетах	Классификация и физико-механические характеристики грунтов. Условия предельного состояния грунтов. Зависимость между напряжениями и деформациями.	Т
2.	Обзор и классификация методов при проведении геотехнических расчетов	Разбор методов расчета уголкового подпорной стенки	ЗЛР
3.		Разбор методов расчета массивной подпорной стенки	ЗЛР
4.	Методы геотехнических расчетов	Расчет подпорной стенки построением Понселе вручную	РГЗ
5.		Расчет подпорной стенки построением Понселе с использованием программных средств. http://www.buildcalc.ru/Calculations/Brwl/Default.aspx Сопоставление результатов расчета.	РГЗ
6.			
7.		Расчет напряжения в основании насыпи на иловатом основании. Определение размера зоны предельного равновесия	РГЗ
8.			
9.		Анализ развития ОГП на участке трехуровневой автомобильной дороги и разработка мер по предотвращению ее разрушения	Э
10.			
11.		Расчет габионных конструкций	РГЗ
12.			

Защита лабораторной работы (ЗЛР), выполнение курсового проекта (КП), курсовой работы (КР), расчетно-графического задания (РГЗ), написание реферата (Р), эссе (Э), коллоквиум (К), тестирование (Т) и т.д.

При изучении дисциплины могут применяться электронное обучение, дистанционные образовательные технологии в соответствии с ФГОС ВО.

2.3.3 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Курсовые работы - не предусмотрены

2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

№	Вид СРС	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	Проработка учебного (теоретического) материала	<i>Методические рекомендации по самостоятельной работе студентов утвержденные кафедрой НГГиГ</i>

2	Подготовка доклада и презентации	<i>Методические рекомендации по написанию рефератов, докладов и подготовки презентаций утвержденные кафедрой НГТиГ</i>
---	----------------------------------	--

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла,
- в печатной форме на языке Брайля.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

3. Образовательные технологии, применяемые при освоении дисциплины (модуля)

В ходе изучения дисциплины предусмотрено использование следующих образовательных технологий: лекции, лабораторные работы, подготовка письменных аналитических работ, самостоятельная работа студентов.

Компетентностный подход в рамках преподавания дисциплины реализуется в использовании интерактивных технологий и активных методов (разбора конкретных ситуаций) в сочетании с внеаудиторной работой.

Информационные технологии, применяемые при изучении дисциплины: использование информационных ресурсов, доступных в информационно-телекоммуникационной сети Интернет.

Адаптивные образовательные технологии, применяемые при изучении дисциплины – для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Оценочные средства предназначены для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу учебной дисциплины «Численные методы в геотехнике».

Оценочные средства включает контрольные материалы для проведения **текущего контроля** в форме *тестовых заданий* и **промежуточной аттестации** в форме вопросов и заданий к зачету.

Структура оценочных средств для текущей и промежуточной аттестации

№ п/п	Код и наименование индикатора (в соответствии с п. 1.4)	Результаты обучения (в соответствии с п. 1.4)	Наименование оценочного средства	
			Текущий контроль	Промежуточная аттестация
1	ИПК-3.1. Способен производить расчет инженерных сооружений различного назначения на устойчивость при динамической и статической нагрузке при осуществлении проектной деятельности	Знать нормативные документы, лежащие в основе расчетов ИС	Вопросы для устного опроса	Вопрос к зачету 1-3
2		Уметь осуществлять расчеты устойчивости инженерных сооружений на статические и динамические воздействия	Вопросы для устного опроса	Вопрос к зачету 4-8
3		Владеть навыками комплексной оценки устойчивости ИС и факторов усугубляющих или улучшающих устойчивость сооружения	Вопросы для устного опроса	Вопрос к зачету 9-12
4	ИПК-3.2 Способен производить расчеты инженерных сооружений различных конструкций для предотвращения прогнозируемых изменений природной среды под влиянием естественных и искусственных факторов, возникающих при строительстве и эксплуатации зданий	Знать классификацию защитных сооружений, а также факторы влияющие на определение местоположения и выбора типа ИС	Вопросы для устного опроса	Вопрос к зачету 13-17
5		Уметь отслеживать динамику изменения распределения нагрузки в различных условиях эксплуатации зданий и сооружений в разные временные промежутки времени	Тестирование	Вопрос к зачету 18-20
6		Владеть навыками прогнозирования развития напряженного состояния, возникающего в сооружении и грунтовом основании с течением времени в зависимости от изменения ИГУ и изменения в инженерных решениях	Вопросы для устного опроса	Вопрос к зачету 21-26

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

Примерный перечень вопросов и заданий

1. Устный опрос по темам лекций:

№	Раздел	Примерные вопросы
1	Общие сведения о геотехнике и геотехнических расчетах	1.Какие объекты в геотехнике? 2.Основные цели и задачи науки? 3.Назовите классы, виды, разновидности грунтов и определяющие их показатели?

		4.Охарактеризуйте пространственное напряжённое состояние, плоскую деформацию, осесимметричную задачу?
2	Обзор и классификация методов при проведении геотехнических расчетов	5.Охарактеризуйте теории линейного деформирования и жёстко-пластичности и области их практического использования? 6.Отличие упрощенной и нелинейной модели грунтов? 7.Краткая суть метода конечных элементов?
3	Методы геотехнических расчетов	8.Какие основные программные обеспечения применяются в геотехнике при расчете оснований? 9.Их плюсы и минусы? 10.Какие матрицы применяются в методе конечных элементов? 11.Основная суть метода упругих решений и метода Ньютона Рафсона? 12.Какие основные отличия нелинейных и линейных расчетов в геотехнике?

Критерии оценки результатов устного опроса:

№	Оценка	Критерии оценки
1	зачтено	студент дал исчерпывающий ответ на вопрос, раскрыл тему в полном объеме
3	не зачтено	студент не раскрыл тему, если требуются дополнительные множественные уточняющие вопросы

Тест

Тесты по дисциплине «Численные методы в геотехнике» даются в форме бланков. Примеры тестов приведены ниже. Во всех вопросах правильным стоит ответ под буквой А

1) Приближенным числом a называют число, незначительно отличающиеся от

- a) точного A
- b) неточного A
- c) среднего A
- d) точного не известного
- e) приблизительного A

2) a называется приближенным значением A по недостатку, если

- a) $a < A$
- b) $a > A$
- c) $a = A$
- d) $a \geq A$
- e) $a \leq A$

3) a называется приближенным значением числа A по избытку, если

- a) $a > A$
- b) $a < A$
- c) $a = A$
- d) $a \geq A$

е) $a \leq A$

Под ошибкой или погрешностью Δa приближенного числа a обычно понимается разность между соответствующим точным числом A и данным приближением, т.е.

а) $\Delta a = A - a$

б) $\Delta a = A + a$

с) $\Delta a = A/a$

д) $a = \Delta a - A$

е) $A = \Delta a + A$

7) Если ошибка положительна $A >$, то

а) $\Delta a > 0$

б) $\Delta a < 0$

с) $\Delta a = 0$

д) $\Delta a \leq 0$

е) $a > a$

8) Абсолютная погрешность приближенного числа

а) $\Delta = |\Delta a|$

б) $\Delta a = a$

с) $\Delta = |a|$

д) $A = |\Delta a|$

е) $\Delta a = |\Delta b|$

9) Абсолютная погрешность

а) $\Delta = |A - a|$

б) $\Delta A = a$

с) $\Delta = |B - a|$

д) $a = |A + a|$

е) $\Delta a = |A + b|$

10) Предельную абсолютную погрешность вводят если

а) число A не известно

б) число a не известно

с) Δ не известно

д) $A - a$ не известно

е) не известно B

11) Предельная абсолютная погрешность

а) Δa

б) Δb

с) ΔA

д) A

е) A

12) Определить предельную абсолютную погрешность числа $a = 3,14$, заменяющего число π

а) 0,002

б) 0,001

- c) 3,141
- d) 0,2
- e) 0,003

13) Относительная погрешность

- a) $\sigma = \Delta/|A|$
- b) $\sigma = \Delta$
- c) $\sigma = \Delta/v$
- d) $\sigma = c/a$
- e) $\sigma = a - A$

14) Погрешность, связанная с самой постановкой математической задачи

- a) погрешность задачи
- b) погрешность метода
- c) остаточная погрешность
- d) погрешность действия
- e) начальная

15) Погрешности, связанная с наличием бесконечных процессов в математическом анализе

- a) остаточная погрешность
- b) абсолютная
- c) относительная
- d) погрешность условия
- e) начальная погрешность

16) Погрешности, связанные с наличием в математических формулах, числовых параметров

- a) начальном
- b) конечной
- c) абсолютной
- d) относительной
- e) остаточной

17) Погрешности, связанные с системой счисления

- a) погрешность округления
- b) погрешность действий
- c) погрешности задач
- d) остаточная погрешность
- e) относительная погрешность

18) Округлить число $\pi = 3,1415926535\dots$ до пяти значащих цифр

- a) 3,1416
- b) 3,1425
- c) 3,142
- d) 3,14
- e) 0,1415

19) Абсолютная погрешность при округлении числа π до трёх значащих цифр

- a) $0,5 \cdot 10^{-2}$
- b) $0,5 \cdot 10^{-3}$
- c) $0,5 \cdot 10^{-4}$
- d) $0,5 \cdot 10^{-1}$
- e) 0,5

20) Предельная абсолютная погрешность разности

- a) $\Delta u = \Delta x_1 + \Delta x_2$
- b) $\Delta u = a + b$
- c) $\Delta u = A + b$
- d) $\Delta = x_1 + x_2$
- e) $\Delta a = b + c$

21) Числовой ряд названия сходящимся, если

- a) существует предел последовательности его частных сумм
- b) можно найти сумму ряда
- c) существует последовательность
- d) частные суммы равны нулю
- e) существует предел разности

24) Найти $\ln 3$ с точностью до 10^{-5}

- a) 1,09861
- b) 1,01
- c) 1,098132
- d) 1,02
- e) 1,3

25) Найти $\sin 200301$

- a) 0,35
- b) 0,36
- c) 0,2
- d) 0,47
- e) 0,5

26) Найти $\operatorname{tg} 400$

- a) 0,839100
- b) 0,84
- c) 0,9
- d) 1,0
- e) 1,2

27) С помощью этого метода число верных цифр примерно удваивается на каждом этапе по сравнению с первоначальным количеством

- a) процесс Герона
- b) формула Тейлора
- c) формула Маклорена
- d) метод Крамера

е) процесс Даламбера

Методом половинного деления уточнить корень уравнения $x^4 + 2x^3 - x - 1 = 0$

- a) 0,867
- b) 0,234
- c) 0,2
- d) 0,43
- e) 0,861

31) Используя метод хорд найти положительный корень уравнения $x^4 - 0,2x^2 - 0,2x - 1,2 = 0$

- a) 1,198+0,0020
- b) 1,16+0,02
- c) 2+0,1
- d) 3,98+0,001
- e) 4,2+0,0001

32) Вычислить методом Ньютона отрицательный корень уравнения $x^4 - 3x^2 + 75x - 10000 = 0$

- a) -10,261
- b) -10,31
- c) -5,6
- d) -3,2
- e) -0,44

33) Используя комбинированный метод вычислить с точностью до 0,005 единственный положительный корень уравнения

- a) 1,04478
- b) 1,046
- c) 2,04802
- d) 3,45456
- e) 802486

34) Найти действительные корни уравнения $x - \sin x = 0,25$

- a) 1,17
- b) 1,23
- c) 2,45
- d) 4,8
- e) 5,63

35) Определить число положительных и число отрицательных корней уравнения $x^4 - 4x + 1 = 0$

- a) 2 и 0
- b) 3 и 2
- c) 0 и 4
- d) 0 и 1
- e) 0 и 4

36) Определить нижнее число и верхнее число перемен знаков в системе 1, 0, 0, -3, 1.

- a) 2 и 4
- b) 3 и 1

- с) 0 и 4
- d) 0 и 5
- е) 3 и 2

37) Определить состав корней уравнения $x^4 + 8x^3 - 12x^2 + 104x - 20 = 0$

- a) один положительный и один отрицательный
- b) нет ни одного корня
- с) невозможно найти число корней
- d) уравнение не имеет положительных корней
- е) два отрицательных корня

38) Две матрицы одного и того же типа, имеющие одинаковое число строк и столбцов, и соответствующие элементы их равны, называют

- a) равными
- b) одинаковыми
- с) разными по рангу
- d) схожими
- е) транспонированными

39) Укажите свойства суммы матриц $A + (B + C) = \dots$

- a) $(A + B) + C$
- b) $(B + A) * C$
- с) ABC
- d) $A + B + C * A$
- е) $A * C + B * C$

40) Укажите название матрицы $-A = (-1)A$

- a) противоположная
- b) обратная
- с) равная
- d) матрица не существует
- е) транспонированная

41) Заменяя в матрице типа $m \times n$ строки соответственно столбцами получим

- a) транспонированную матрицу
- b) равную матрицу
- с) среднюю матрицу
- d) обратную матрицу
- е) квадратную матрицу

42) С какой матрицей совпадает дважды транспонированная матрица

- a) с исходной
- b) с обратной
- с) с нулевой
- d) с единичной
- е) с квадратной

43) Нахождение обратной матрицы для данной называется

- a) обращение данной матрицы
- b) транспонированием
- c) суммой матриц
- d) заменой строк и столбцов
- e) произведением матриц

44) Максимальный порядок минора матрицы, отличного от нуля, называют

- a) рангом
- b) пределом
- c) рядом
- d) сходимостью
- e) определителем

45) Разность между наименьшим из чисел m и n и рангом матрицы называется

- a) дефектом
- b) пределом
- c) рангом
- d) определителем
- e) разницей

46) Существующие и имеющие важное значение матричные степенные ряды

- a) правые и левые
- b) средние
- c) верхние и нижние
- d) высокие
- e) дифференцируемые

47) Матричные ряды дают возможность определять

- a) трансцендентные функции матрицы
- b) миноры матричного ряда
- c) сходящиеся ряды
- d) геометрические прогрессии
- e) каноническую форму ряда

48) Матрица разбитая на клетки, называется клеточной и ...

- a) блочной
- b) равной
- c) окаймленной
- d) квазидиагональной
- e) средней

49) Если элементы квадратной матрицы, стоящие выше (ниже) главной диагонали, равны нулю, то матрицу называют

- a) треугольной
- b) нулевой
- c) диагональной
- d) такая матрица не существует
- e) единичной

50) Метод, представляющий собой конечные алгоритмы для вычисления корней системы

- a) точный метод
- b) метод релаксации
- c) метод итерации
- d) приближенный метод
- e) относительный метод

51) Метод позволяющий получить корни системы с заданной точностью путем сходящихся бесконечных процессов

- a) итерационный метод
- b) точный метод
- c) приближенный метод
- d) относительный метод
- e) метод Зейделя

52) Этот метод является наиболее распространенным приемом решения систем линейных уравнений, алгоритм последовательного исключения неизвестных

- a) метод Гаусса
- b) метод Крамера
- c) метод обратных матриц
- d) ведущий метод
- e) аналитический метод

53) Целый однородный полином второй степени от n переменных называется

- a) квадратичной формой
- b) кубической формой
- c) прямоугольной формой
- d) треугольной формой
- e) матричной формой

54) Квадратичная форма называется положительно (отрицательно) определенной, если она принимает положительные (отрицательные) значения, обращаясь в нуль лишь при

- a) $x_1=x_2=\dots=x_n=0$
- b) $x_1+x_2+\dots+x_n=0$
- c) $x_1x_2\dots x_n=0$
- d) $a+b+c+\dots=0$
- e) $x_1+x_2+\dots+x_n=5$

55) Простейшая форма этого метода заключается в том, что на каждом шаге обращают в нуль максимальную по модулю невязку путем изменения значения соответствующей компоненты приближения

- a) метод ослабления
- b) итерационный метод
- c) метод обратных матриц
- d) ведущий метод
- e) метод Гаусса

56) Произведением вектора $x=(x_1, x_2, \dots, x_n)$ на число k называется вектор

- a) $kx=(kx_1, kx_2, \dots, kx_n)$
- b) $k=x_1+x_2+\dots+x_n$
- c) $ab=x_1+x_2+\dots+x_n$
- d) нельзя вектор умножать на число
- e) $c=a+b$

57) Для векторов x и y естественно определяется линейная комбинация

- a) $\alpha x + \beta y$
- b) $\alpha x * \beta y$
- c) $\alpha x / \beta y$
- d) $x + y = 0$
- e) $(x + y)\alpha = 0$

58) Любая совокупность n -мерных векторов, рассматриваемая с установленными в ней операциями сложения векторов и умножения вектора на число, не выводящими за пределы этой совокупности называется

- a) линейным векторным пространством
- b) плоскостью векторов
- c) скалярным произведением векторов
- d) суммой векторов
- e) сходимостью векторного пространства

59) Максимальное число линейно независимых векторов n -мерного пространства E_n в точности равно

- a) размерности этого пространства
- b) соразмерности векторов
- c) сумме линейных векторов
- d) совокупности единичных векторов
- e) сумме n векторов

60) Название любой совокупности n линейно независимых векторов n -мерного пространства

- a) базис
- b) орт
- c) вектор
- d) координата
- e) скаляр

61) Как иначе называют метод бисекций?

- a) Метод половинного деления
- b) Метод хорд
- c) Метод пропорциональных частей
- d) Метод «начального отрезка»
- e) Метод коллокации

62) Методы решения уравнений делятся на:

- a) Прямые и итеративные

- b) Прямые и косвенные
- c) Начальные и конечные
- d) Определенные и неопределенные
- e) Простые и сложные

63) Кто опубликовал формулу для решения кубического уравнения?

- a) Кардано
- b) Галуа
- c) Абеле
- d) Дарбу
- e) Фредгольм

64) Основная теорема алгебры:

- a) Уравнение вида $\alpha_0 x^n + \alpha_1 x^{n-1} + \dots + \alpha_{n-1} x + \alpha_n = 0$ имеет ровно n корней, вещественных или комплексных, если k -кратный корень считать за k корней
- b) Если функция $f(x)$ определена и непрерывна на отрезке $[\alpha; b]$ и принимает на его концах значения разных знаков, то на $[\alpha; b]$ содержится, по меньшей мере, один корень уравнения $f(x)=0$
- c) Если функция $f(x)$ монотонна на отрезке $[\alpha; b]$, то она интегрируема на этом отрезке
- d) Если функция $f(x)$ монотонна на отрезке $[\alpha; b]$, то она дифференцируема на этом отрезке
- e) Определитель $D=|\alpha_{ij}|$ n -го порядка равен сумме произведений элементов какой-либо строки (столбца) на их алгебраические дополнения

65) Отделение корней можно выполнить двумя способами:

- a) аналитическим и графическим
- b) приближением и отделением
- c) аналитическим и систематическим
- d) систематическим и графическим
- e) приближением последовательным и параллельным

66) Укажите первую теорему Больцано-Коши:

- a) Если функция $f(x)$ определена и непрерывна на отрезке $[\alpha; b]$ и принимает на его концах значения разных знаков, то на $[\alpha; b]$ содержится, по меньшей мере, один корень уравнения $f(x)=0$
- b) Уравнение вида $\alpha_0 x^n + \alpha_1 x^{n-1} + \dots + \alpha_{n-1} x + \alpha_n = 0$ имеет ровно n корней, вещественных или комплексных, если k -кратный корень считать за k корней
- c) Если функция $f(x)$ монотонна на отрезке $[\alpha; b]$, то она интегрируема на этом отрезке
- d) Если функция $f(x)$ монотонна на отрезке $[\alpha; b]$, то она дифференцируема на этом отрезке
- e) Определитель $D=|\alpha_{ij}|$ n -го порядка равен сумме произведений элементов какой-либо строки (столбца) на их алгебраические дополнения

67) Отделим корни уравнения $x^3 - 2x - 3 = 0$

- a) Единственный корень расположен между $\sqrt[2]{3}$ и ∞
- b) Корней нет
- c) Один из корней находится на отрезке $[1, 2]$
- d) Один из корней находится на отрезке $[-1, 2]$

е) Единственный корень расположен между $\sqrt{1/8}$ и $\sqrt{3/8}$

68) При контроле решения алгебраического уравнения может быть полезна:

- а) Теорема Виета
- б) Теорема Ньютона
- с) Теорема Перрона
- д) Теорема Штурма
- е) Теорема Бюдана-Фурье

69) Итерация *iteratio* в переводе с латинского:

- а) повторение
- б) замещение
- с) возвращение
- д) умножение
- е) удаление

70) Укажите рекуррентную формулу метода простой итерации:

- а) $x_{n+1} = \varphi(x_n)$
- б) $x = \varphi$
- с) $x = C$
- д) $x_{n+1} = \psi(x_n) + \varphi(x_n)$
- е) $x_{n+1} = \psi(x_n) - \varphi(x_n)$

71) От латинского слова *resurgens*:

- а) возвращающийся
- б) меняющийся
- с) повторяющийся
- д) заменяющийся
- е) приближающийся

72) Последовательность, удовлетворяющая условию Коши, называется:

- а) фундаментальной последовательностью
- б) рекуррентной последовательностью
- с) итеративной последовательностью
- д) двусторонней последовательностью
- е) односторонней последовательностью

Метод хорд-

- а) Частный случай метода итераций
- б) Частный случай метода коллокации
- с) Частный случай метода прогонки
- д) Частный случай метода квадратных корней
- е) Частный случай метода Гаусса

75) Свойство самоисправляемости:

- а) Усиливает надежность метода
- б) Не влияет на конечный результат
- с) Влияет на конечный результат
- д) Не учитывается

е) Считается ошибочным

76) Как иначе называют метод Ньютона?

- a) Метод касательных
- b) Метод коллокации
- c) Метод прогонки
- d) Метод итераций
- e) Метод хорд

77) Как иначе называют метод хорд?

- a) Метод пропорциональных частей
- b) Метод касательных
- c) Метод коллокации
- d) Метод бисекций
- e) Метод квадратных корней

78) Метод хорд имеет еще одно имя:

- a) Метод пропорциональных частей
- b) Метод касательных
- c) Метод бисекций
- d) Метод коллокации
- e) Метод прогонки

79) Что общего у метода хорд и метода итераций?

- a) Общая скорость и свойство самоисправляемости
- b) Свойство самоисправляемости
- c) Общая скорость
- d) Легкость при решении
- e) Требуется нахождение производной

80) Метод Ньютона-

- a) обладает свойством самоисправляемости и имеет высокую скорость сходимости
- b) дает большой выигрыш во времени
- c) занимает очень много времени
- d) предельно прост
- e) надежен

81) Методом хорд уточнить корень уравнения $x^3 - 2x - 3 = 0$, $\xi[1;2]$; $\varepsilon = 10^{-3}$

- a) $\xi = 1.8933 \pm 0.0001$
- b) $\xi = 0.0001 \pm 1$
- c) $\xi = 0.0033 \pm 0.0001$
- d) $\xi = \pm 1$
- e) $\xi = \pm 3.3$

82) Если точка движется равномерно $v(t) = v = \text{const}$, то ответ готов:

- a) $S = v(T_2 - T_1)$
- b) $S = 0$
- c) $v = v_0 + at$

- d) $v=s/t$
- e) $S= v_0t+ at^2/2$

83) Предел суммы $S \approx v(\tau_1)\Delta t_1+v(\tau_2)\Delta t_2+\dots+v(\tau_n)\Delta t_n$ называется:

- a) Определенным интегралом
- b) Неопределенным интегралом
- c) Рекуррентной формулой
- d) Формулой численного дифференцирования
- e) Схемой Халецкого

84) Если сила постоянна, ответ дается формулой:

- a) $A=F(b-$
- b) $A=F(a-$
- c) $F=const$
- d) $A=0$
- e) $F=ma$

85) Все методы вычисления интегралов делятся на:

- a) Точные и приближенные
- b) Прямые и итеративные
- c) Прямые и косвенные
- d) Аналитические и графические
- e) Приближенные и систематические

86) Точный метод вычисления интегралов был предложен:

- a) Ньютоном и Лейбницем
- b) Ньютоном и Гауссом
- c) Гауссом и Стирлингом
- d) Вольтерром
- e) Гауссом и Крамером

87) Геометрически нижняя сумма Дарбу равна:

- a) Площади ступенчатого многоугольника, содержащегося в криволинейной трапеции
- b) Площади ступенчатого многоугольника, содержащего внутри себя криволинейную трапецию
- c) Площади прямоугольного параллелепипеда
- d) Площади ступенчатого шестиугольника
- e) Площади ступенчатого прямоугольника

88) Геометрически верхняя сумма Дарбу равна:

- a) Площади ступенчатого многоугольника, содержащего внутри себя криволинейную трапецию
- b) Площади ступенчатого многоугольника, содержащегося в криволинейной трапеции
- c) Площади прямоугольного параллелепипеда
- d) Площади ступенчатого шестиугольника
- e) Площади ступенчатого прямоугольника

89) Приближенные методы вычисления интегралов можно разделить на 2 группы:

- а) аналитические и численные
- б) аналитические и графические
- с) систематические и численные
- д) систематические и случайные
- е) приближенные и непрближенные

Критерии оценки:

№	Оценка	Критерии оценка
1	зачтено	более 70% ответов верных
3	не зачтено	менее 70% ответов верных

Зачетно-экзаменационные материалы для промежуточной аттестации (экзамен/зачет)

Вопросы к зачету:

1. Опишите физические характеристики грунтов (плотность, пористость, влажность): определения, формульные зависимости, размерности.
2. Назовите классы, виды, разновидности грунтов и определяющие их показатели?
3. Охарактеризуйте пространственное напряжённое состояние, плоскую деформацию, осесимметричную задачу?
4. Изобразите положительные направления осей при решении задач теории упругости и пластичности: координат, усилий, напряжений.
3. Запишите закон Кулона и представьте его графическую форму.
4. Дайте объяснение и приведите доказательство условия предельного напряжённого состояния грунта по Мору-Кулону.
5. Объясните разницу между предельным равновесием грунта по закону Кулона и предельным напряжённым состоянием по уравнению Мора-Кулона.
6. Приведите записи инвариантов пространственного напряжённого состояния.
7. Что представляют собой фазы напряжённого состояния грунтовых оснований и геотехнических объектов?
8. Охарактеризуйте теории линейного деформирования и жёстко-пластичности и области их практического использования.
9. Охарактеризуйте связь видов предельных состояний, расчётных моделей грунта и расчётных проверок сводов правил (СНиП).
10. Опишите наиболее известные формы конечных элементов.
11. Охарактеризуйте степени свободы узлов конечных элементов:
 - стержневых плоских и пространственных;
 - плоских треугольных и прямоугольных;
 - осесимметричных;
 - тетраэдров и параллелепипедов.
12. Назовите компоненты напряжений в плоских, пространственных и осесимметричных конечных элементах.
13. Дайте определение коэффициента в составе матрицы жёсткости конечного элемента.
14. Опишите матрицу жёсткости стержневого конечного элемента с тремя степенями свободы в узле.
15. Объясните понятия о континууме, континуальных конечных элементах, функциях перемещений.
16. Объясните построение матриц жёсткости треугольного и прямоугольного плоских конечных элементов.

17. Что представляют собой общая и глобальная системы координат и какова их роль в схеме решения задач МКЭ?
18. Опишите формирование глобальной системы уравнений на примере фрагмента расчётной области, состоящей из прямоугольных и стержневых плоских конечных элементов.
19. Охарактеризуйте конечные элементы, моделирующие связи конечной жёсткости.
20. Назовите уравнения, формирующие упругопластическую модель грунта, и объясните их физическое содержание.
22. Запишите и дайте объяснение уравнениям, на которых основано решение упругопластической задачи.
23. В чём заключаются особенности входной и выходной информации программ, реализующих физически нелинейные решения для грунтов?
24. Назовите критерии предельных состояний по результатам нелинейных расчётов геотехнических объектов.
25. Дайте объяснение способа оценки прогрессирующего перемещения в качестве критерия предельного состояния геотехнического объекта.
26. Дайте объяснение способа получения кривых скольжения по результатам упругопластических расчётов геотехнических объектов.

Критерии оценивания результатов обучения

Критерии оценивания по зачету:

— оценка “зачтено” ставится, если студент строит свой ответ в соответствии с планом. В ответе представлены различные подходы к проблеме. Устанавливает содержательные межпредметные связи. Развернуто аргументирует выдвигаемые положения, приводит убедительные примеры, обнаруживает последовательность анализа. Выводы правильны. Речь грамотна, используется профессиональная лексика. Демонстрирует знание специальной литературы в рамках учебного методического комплекса и дополнительных источников информации.

— оценка “не зачтено” ставится, если ответ недостаточно логически выстроен, план ответа соблюдается непоследовательно. Студент обнаруживает слабость в развернутом раскрытии профессиональных понятий. Выдвигаемые положения декларируются, но недостаточно аргументируются. Ответ носит преимущественно теоретический характер, примеры отсутствуют.

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

– при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;

– при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

– при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

– в печатной форме увеличенным шрифтом,

– в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

– в печатной форме,

– в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в печатной форме,

– в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

5. Перечень учебной литературы, информационных ресурсов и технологий

5.1. Учебная литература

1. Численные методы : учебное пособие для прикладного бакалавриата / А. В. Зенков. - Москва : Юрайт, 2018. - 122 с. - <https://biblio-online.ru/book/2CBD97B2-F5FC-4B54-B3EC-228DA59DA4A5>.

5.2. Периодическая литература

1. Инженерные сооружения. ISSN 2312-5616
2. Строительная механика и расчет ISSN 0039-2383
3. Инженерные изыскания. ISSN 1997-8650
4. Геориск ISSN: 1997-8669
5. Гидротехническое строительство. Отраслевой журнал. М. ISSN 0016-9714
6. Инженерно-строительный журнал М. ISSN 2017-4726. Электронная версия по адресу: <http://www.engstroy.spb.ru>
7. Вестник МГСУ ISSN 1997-0935
8. Геотехника ISSN 2221-5514

5.3. Интернет-ресурсы, в том числе современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Электронно-библиотечные системы (ЭБС):

1. ЭБС «ЮРАЙТ» <https://urait.ru/>
2. ЭБС «УНИВЕРСИТЕТСКАЯ БИБЛИОТЕКА ОНЛАЙН» www.biblioclub.ru
3. ЭБС «BOOK.ru» <https://www.book.ru>
4. ЭБС «ZNANIUM.COM» www.znanium.com
5. ЭБС «ЛАНЬ» <https://e.lanbook.com>
6. [http:// www.rtgeolog.ru](http://www.rtgeolog.ru)
7. www.pniiis.ru
8. www.georec.spb.ru
9. www.spb.org.ru.ban
10. www.ntl.ru
11. www.lib.msu.ru
12. <http://rusbuildrealty.ru/books/arhitektura/100.html>
13. <http://dwg.ru/lib>
14. <http://www.aktualno.com.ua/ingenernie-soorugeniya>

Профессиональные базы данных:

1. Web of Science (WoS) <http://webofscience.com/>
2. Scopus <http://www.scopus.com/>
3. ScienceDirect www.sciencedirect.com

4. Журналы издательства Wiley <https://onlinelibrary.wiley.com/>
5. Научная электронная библиотека (НЭБ) <http://www.elibrary.ru/>
6. Полнотекстовые архивы ведущих западных научных журналов на Российской платформе научных журналов НЭИКОН <http://archive.neicon.ru>
7. Национальная электронная библиотека (доступ к Электронной библиотеке диссертаций Российской государственной библиотеки (РГБ) <https://rusneb.ru/>
8. Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина <https://www.prilib.ru/>
9. Электронная коллекция Оксфордского Российского Фонда <https://ebookcentral.proquest.com/lib/kubanstate/home.action>
10. Springer Journals <https://link.springer.com/>
11. Nature Journals <https://www.nature.com/siteindex/index.html>
12. Springer Nature Protocols and Methods <https://experiments.springernature.com/sources/springer-protocols>
13. Springer Materials <http://materials.springer.com/>
14. zbMath <https://zbmath.org/>
15. Nano Database <https://nano.nature.com/>
16. Springer eBooks: <https://link.springer.com/>
17. "Лекториум ТВ" <http://www.lektorium.tv/>
18. Университетская информационная система РОССИЯ <http://uisrussia.msu.ru>

Информационные справочные системы:

1. Консультант Плюс - справочная правовая система (доступ по локальной сети с компьютеров библиотеки)

Ресурсы свободного доступа:

1. Американская патентная база данных <http://www.uspto.gov/patft/>
2. Полные тексты канадских диссертаций <http://www.nlc-bnc.ca/thesescanada/>
3. КиберЛенинка (<http://cyberleninka.ru/>);
4. Министерство науки и высшего образования Российской Федерации <https://www.minobrnauki.gov.ru/>;
5. Федеральный портал "Российское образование" <http://www.edu.ru/>;
6. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" <http://window.edu.ru/>;
7. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов <http://school-collection.edu.ru/> .
8. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов (<http://fcior.edu.ru/>);
9. Служба тематических толковых словарей <http://www.glossary.ru/>;
10. Словари и энциклопедии <http://dic.academic.ru/>;
11. Образовательный портал "Учеба" <http://www.ucheba.com/>;
12. Законопроект "Об образовании в Российской Федерации". Вопросы и ответы http://xn--273--84d1f.xn--p1ai/voprosy_i_otvety

Собственные электронные образовательные и информационные ресурсы КубГУ:

1. Среда модульного динамического обучения <http://moodle.kubsu.ru>
2. База учебных планов, учебно-методических комплексов, публикаций и конференций <http://mschool.kubsu.ru/>
3. Библиотека информационных ресурсов кафедры информационных образовательных технологий <http://mschool.kubsu.ru/>;
4. Электронный архив документов КубГУ <http://docspace.kubsu.ru/>

5. Электронные образовательные ресурсы кафедры информационных систем и технологий в образовании КубГУ и научно-методического журнала "ШКОЛЬНЫЕ ГОДЫ" <http://icdau.kubsu.ru/>

6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Теоретические знания по основным разделам курса «Численные методы в геотехнике» студенты приобретают на лекциях и практических занятиях, закрепляют и расширяют во время самостоятельной работы.

При реализации программы дисциплины «Численные методы в геотехнике» используются различные образовательные технологии. Лекции проводятся с использованием презентаций.

Для закрепления знаний студентов по разделам курса «Численные методы в геотехнике» проводятся лабораторные работы, которые более детально рассматривают основные принципы геотехнических расчетов и их осуществление с использованием автоматизированных систем. Изучение каждой темы состоит из нескольких частей.

Первая часть – обсуждение теоретических вопросов – проводится в виде устной беседы со всей группой и включает выборочную проверку преподавателем теоретических знаний студента. Примерная продолжительность – 10 мин.

Вторая часть – знакомство с порядком выполнения расчетов и выполнение индивидуального расчетного задания используя методические указания.

Третья часть – защита предыдущего РЗ после полного его выполнения и соответствующего оформления. Примерная продолжительность – 10 мин.

Для углубления и закрепления теоретических знаний студентами рекомендуется выполнение определенного объема самостоятельной работы.

Внеаудиторная работа по дисциплине «Численные методы в геотехнике» заключается в следующем:

- повторение лекционного материала и проработка учебного (теоретического) материала;
- подготовка к лабораторным занятиям;
- подготовка к текущему контролю;

Видом текущей отчетности по контролируемой самостоятельной работе являются собеседования и тестирование по пройденному теоретическому материалу и защита выполненных работ.

Итоговый контроль по дисциплине «Численные методы в геотехнике» осуществляется в виде зачета.

Зачет является заключительным этапом процесса формирования компетенции студента при изучении дисциплины или ее части и имеет целью проверку и оценку знаний по дисциплине. Зачет проводится по расписанию, в сроки, предусмотренные календарным графиком учебного процесса. Зачет принимается преподавателем, ведущим лекционные занятия. Зачеты проводятся в устной форме.

Для закрепления теоретического материала и выполнения контролируемых самостоятельных работ по дисциплине во вне учебное время студентам предоставляется возможность пользования библиотекой КубГУ, возможностями компьютерного класса.

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультация) – дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

7. Материально-техническое обеспечение по дисциплине (модулю)

По всем видам учебной деятельности в рамках дисциплины используются аудитории, кабинеты и лаборатории, оснащенные необходимым специализированным и лабораторным оборудованием.

Наименование специальных помещений	Оснащенность специальных помещений	Перечень лицензионного программного обеспечения
Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа. Димитрова 200, ауд.209, 210, 212	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор	
Учебные аудитории для проведения лабораторных работ. Димитрова 200, ауд.302 Учебная лаборатория геологического моделирования	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер	Power point, Microsoft Office

Для самостоятельной работы обучающихся предусмотрены помещения, укомплектованные специализированной мебелью, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Наименование помещений для самостоятельной работы обучающихся	Оснащенность помещений для самостоятельной работы обучающихся	Перечень лицензионного программного обеспечения
Помещение для самостоятельной работы обучающихся (читальный зал Научной библиотеки)	Мебель: учебная мебель Комплект специализированной мебели: компьютерные столы Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)	Power point, Microsoft Office
Помещение для самостоятельной работы обучающихся (ауд. _205,209)	Мебель: учебная мебель Комплект специализированной мебели: компьютерные столы Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-	Power point, Microsoft Office

	образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)	
--	---	--