

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

подпись

\_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### Б1.В.06 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)*

Программа подготовки \_\_\_\_\_ академическая  
*(академическая /прикладная)*

Форма обучения \_\_\_\_\_ очная  
*(очная, очно-заочная, заочная)*

Квалификация (степень) выпускника \_\_\_\_\_ бакалавр  
*(бакалавр, магистр, специалист)*

Краснодар 2020

Рабочая программа дисциплины «Численные методы в геотехнике» составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 05.03.01 «Геология» (направленность (профиль) – Гидрогеология и инженерная геология)

Программу составил(и):

Иванусь И.В., доцент кафедры РИМГ, к.г.-м.н.  
И.О. Фамилия, должность, ученая степень, ученое звание

  
\_\_\_\_\_ подпись

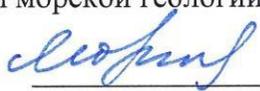
Рабочая программа дисциплины «Численные методы в геотехнике» утверждена на заседании кафедры (разработчика) региональной и морской геологии протокол № 9 «06» 05 2020г.

Заведующий кафедрой (разработчика) Любимова Т.В.  
фамилия, инициалы

  
\_\_\_\_\_ подпись

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры региональной и морской геологии протокол № 9 «06» 05 2020г.

Заведующий кафедрой (выпускающей) Любимова Т.В.  
фамилия, инициалы

  
\_\_\_\_\_ подпись

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии ИГГТиС протокол № 5 «20» 05 2020 г.

Председатель УМК ИГГТиС Филобок А.А.  
фамилия, инициалы

  
\_\_\_\_\_ подпись

Рецензенты:

Лукманов Т.А., генеральный директор, ООО «Геострой Холдинг», к.г.-м.н.

Комаров Д.А., доцент кафедры геоинформатики, к.г.н.

## **1 Цели и задачи изучения дисциплины.**

### **1.1 Цель освоения дисциплины.**

Целью изучения дисциплины «Численные методы в геотехнике» является приобретение знаний о назначении, классификации и видах существующих инженерных расчетов, проводимых для оснований, фундаментов и самих зданий и сооружений на этапах изыскания, проектирования, строительства и эксплуатации.

### **1.2 Задачи дисциплины.**

Задачи изучения дисциплины «Численные методы в геотехнике»:

- изучение основные виды расчетов применяемых при выполнении геотехнических работ;
- изучение основные расчеты конструктивных элементов гражданских и промышленных зданий;
- изучение особенностей расчетных работ при проектировании и строительства поземных сооружений, сооружений энергетического, транспортного, жилищно-коммунального хозяйства.

### **1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы.**

Дисциплина «Численные методы в геотехнике» введена в учебные планы подготовки бакалавра по направлению 05.03.01 «Геология», направленность

«Гидрогеология и инженерная геология» согласно ФГОС ВО, базового цикла Б1, вариативная часть, индекс дисциплины согласно ФГОС - Б1.В.06, читается в 7-ом семестре.

Предшествующими дисциплинами на которые опирается изучение данной дисциплины являются: Б1.В.ДВ.01.01 «История строительства и архитектуры», Б1.В.20.02 «Экологическая геология», Б1.Б.07 «Физика».

### **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 общепрофессиональных (ОПК) и профессиональных компетенций (ПК)

№ п/п	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или ее части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
1	ОПК-3	Способен самостоятельно использовать профессиональной деятельности базовые знания математики и естественных наук	-основные виды расчетов инженерных сооружений - типы расчетов для определения конструктивных особенности зданий и сооружений - принципы расчета инженерных сооружений используя знания физики	-составлять конструктивную схему для геотехнического расчета зданий -составлять схему для геотехнического расчета фундаментов; -составлять конструктивную схему расчета линейных сооружений;	-навыками определения необходимых данных для предоставления проектировщикам; -навыками расчета конструкций оснований и фундаментов из разных строительных материалов - навыками выполнения элементарных расчетов линейных сооружений;
2	ПК-1	Способен использовать	-расчетные нагрузки при	- дифференцировать	-навыками для занесения и

		знания в области геологии, геофизики, геохимии, гидрогеологии и инженерной геологии, экологической геологии для решения научно-исследовательских задач	расчетах гражданских сооружений; - методы определения осадок оснований и фундаментов - расчетные нагрузки при расчетах промышленных сооружений;	временные и постоянные нагрузки для участия их в расчетах; - определять основные физико-механические свойства грунтов учитываемых при расчете фундаментов и оснований; - выполнять расчеты несущей способности для разных сооружений	обработки информации для расчета фундаментов - навыками для обработки информации для подбора материалов и конструкций для разных инженерных сооружений
3	ОПК-4	способен решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности	- Направление программных продуктов для геотехнических расчетов - ПП выполняющие расчеты по методу МКЭ	- Выполнять расчеты по методу МКЭ - Составлять матрицу для расчета - Разделять на линейно деформируемые и линейно недеформируемые модели	Навыками выбора расчетной модели Навыками определения метода расчета в зависимости от имеющихся условий Навыками создания графических моделей для расчетов

## 2. Структура и содержание дисциплины.

### 2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ.

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 2 зач.ед. (72 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры (часы)			
		7	—		
<b>Контактная работа, в том числе:</b>					
<b>Аудиторные занятия (всего):</b>	<b>40.2</b>	<b>40.2</b>			
Занятия лекционного типа	18/8	18/8	-	-	-
Лабораторные занятия	18	36	-	-	-
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)	-	-	-	-	-
			-	-	-
<b>Иная контактная работа:</b>					
Контроль самостоятельной работы (КСР)	4	2			
Промежуточная аттестация (ИКР)	0,2	0,2			
<b>Самостоятельная работа, в том числе:</b>	<b>31.8</b>	<b>31.8</b>			
<i>Курсовая работа</i>	-	-	-	-	-
<i>Проработка учебного (теоретического) материала</i>	9	9	-	-	-
<i>Выполнение индивидуальных заданий (подготовка</i>	10	10	-	-	-

<i>сообщений, презентаций)</i>						
Реферат		9	9	-	-	-
Подготовка к текущему контролю		3,8	3,8	-	-	-
<b>Контроль:</b>						
Подготовка к экзамену						
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>час.</b>	<b>72</b>	<b>72</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
	<b>в том числе контактная работа</b>	<b>40,2</b>	<b>40,2</b>			
	<b>зач. ед</b>	<b>2</b>	<b>2</b>			

## 2.2 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

Разделы (темы) дисциплины, изучаемые в 7 семестре

№	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	2	3	4	5	6	7
1.	Общие сведения о геотехнике и геотехнических расчетах	10	4	-	2	4
2.	Обзор и классификация методов при проведении геотехнических расчетов	22	4	-	8	10
3.	Методы геотехнических расчетов	35,8	10	-	8	17,8
	<i>Итого по дисциплине:</i>	<i>67,8</i>	<i>18</i>	<i>-</i>	<i>18</i>	<i>31,8</i>

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	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.	Общие сведения о геотехнике и геотехнических расчетах	Объекты, цели и задачи геотехники	Тестирование Устный опрос
2.		Классификация и физико-механические характеристики грунтов. Условия предельного состояния грунтов. Зависимость между напряжениями и деформациями.	Тестирование
3.	Обзор и классификация методов при проведении геотехнических расчетов	Расчетные модели геотехнических систем. Упрощенные и нелинейные модели грунтов.	Устный опрос
4.		Метод конечных элементов в геотехнике. Теоретические основы.	Устный опрос
5.	Методы геотехнических	Программное обеспечение используемое в геотехнике ( ANSYS, PLAXIS, Midas GTS)	Устный опрос

6.	расчетов	Матрица жесткости конечных элементов. Общие положения.	Устный опрос
7.		Метод упругих решений и метод Ньютона-Рафсона	Тестирование
8.		Смешанная (упругопластическая) задача теорий упругости и пластичности. Нелинейный расчет геотехнических объектов.	Устный опрос
9.			

### 2.3.2 Занятия семинарского типа.

Проведение семинарских занятий программой не предусмотрены

### 1.3.3 Лабораторные занятия.

№	Наименование лабораторных работ	Форма текущего контроля
1	3	4
1.	Работа со специализированными программными обеспечениями используемых в геотехнике (ANSYS, PLAXIS, Midas GTS)	ЗЛР
2.	Решение систем уравнений матриц жесткости конечных элементов	ЗЛР
3.	Решение задач методом упругих решений в программном комплексе PLAXIS	ЗЛР
4.	Решение задач методом Ньютона-Рафсона в программном комплексе PLAXIS	ЗЛР
5.	Решение смешанной (упруго пластичной) задачи.	ЗЛР
6.	Расчёт основания ленточного фундамента в программном обеспечении <i>Midas GTS</i> .	Доклад с презентацией
7.	Расчётное моделирование фундаментов в пробитых скважинах (ФПС) в программном обеспечении УПРОС.	Доклад с презентацией
8.	Расчёт водопропускной трубы в дорожной насыпи.	ЗЛР
9.	Расчет оснований для линейных объектов в программном комплексе УПРОС.	Доклад с презентацией

### 3.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Курсовые работы (проекты) по дисциплине «Численные методы в геотехнике» не предусмотрены.

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

№	Наименование раздела	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	2	3
1	Овладение умением самостоятельно приобретать знания	Наличие учебников и другой учебной литературы

2	Закрепление и систематизация полученных теоретических знаний	Наличие материалов для самоконтроля Вопросы к зачету
3	Самостоятельная работа по формированию практических умений	Наличие заданий для выполнения Наличие материалов для самоконтроля Вопросы к зачету

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 форме электронного документа,

Для лиц с нарушениями слуха:

— в форме электронного документа

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

— в форме электронного документа,

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

### 3. Образовательные технологии.

Общим вектором изменения технологий обучения должны стать активизация бакалавра, повышение уровня его мотивации и ответственности за качество освоения образовательной программы.

В процессе проведения лекционных и семинарских занятий практикуется широкое использование современных технических средств (проекторы, интерактивные доски). Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

### 4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

#### 4.1 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля.

*Задания тестового контроля знаний* являются простейшей формой контроля, направленной на проверку владения терминологическим аппаратом, современными информационными технологиями и конкретными знаниями в области фундаментальных и прикладных дисциплин. Тест состоит из небольшого количества элементарных задач; может предоставлять возможность выбора из перечня ответов; занимает часть учебного занятия (10-30 минут); правильные решения разбираются на том же или следующем занятии.

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 а называют число, незначительно отличающиеся от

а) точного А

б) неточного А

с) среднего А

д) точного не известного

е) приближительного  $A$

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)  $a \geq A$
- e)  $a \leq A$

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

- a)  $\Delta a = A - a$
- b)  $\Delta a = A + a$
- c)  $\Delta a = A/a$
- d)  $a = \Delta a - A$
- e)  $A = \Delta a + A$

7) Если ошибка положительна  $\Delta a >$ , то

- a)  $\Delta a > 0$
- b)  $\Delta a < 0$
- c)  $\Delta a = 0$
- d)  $\Delta a \leq 0$
- e)  $a > a$

8) Абсолютная погрешность приближенного числа

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

9) Абсолютная погрешность

- a)  $\Delta = |A - a|$
- b)  $\Delta A = a$
- c)  $\Delta = |B - a|$
- d)  $a = |A + a|$
- e)  $\Delta a = |A + v|$

10) Предельную абсолютную погрешность вводят если

- a) число  $A$  не известно
- b) число  $a$  не известно
- c)  $\Delta$  не известно

- d)  $A$  –  $a$  не известно
- e) не известно  $B$

11) Предельная абсолютная погрешность

- a)  $\Delta a$
- b)  $\Delta b$
- c)  $\Delta A$
- d)  $A$
- e)  $A$

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

- a) 0,002
- b) 0,001
- c) 3,141
- d) 0,2
- e) 0,003

13) Относительная погрешность

- a)  $\sigma = \Delta/|A|$
- b)  $\sigma = \Delta$
- c)  $\sigma = \Delta/b$
- 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  $\pi$  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 назван 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
- e) процесс Даломбера

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
- c) 0 и 4
- d) 0 и 5
- e) 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
- c) невозможно найти число корней
- d) уравнение не имеет положительных корней
- e) 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
- c) разными по рангу
- d) схожими
- e) транспонированными

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

- a)  $(A + B) + C$
- b)  $(B + A) * C$
- c)  $ABC$
- d)  $A + B + C * A$
- e)  $A * C + B * C$

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

- a) противоположная
- b) обратная
- c) равная
- d) матрица не существует
- e) транспонированная

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

- a) транспонированную матрицу
- b) равную матрицу
- c) среднюю матрицу
- d) обратную матрицу
- e) квадратную матрицу

42) С какой матрицей совпадает дважды транспонированная матрица

- a) с исходной
- b) с обратной
- c) с нулевой
- d) с единичной
- e) 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 обратный 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  $a_0x^n + a_1x^{n-1} + \dots + a_{n-1}x + a_n = 0$  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  $[a;b]$  и принимает на его концах значения разных знаков, то на  $[a;b]$  содержится, по меньшей мере, один корень уравнения  $f(x)=0$
- c) Если функция  $f(x)$  монотонна на отрезке  $[a;b]$ , то она интегрируема на этом отрезке
- d) Если функция  $f(x)$  монотонна на отрезке  $[a;b]$ , то она дифференцируема на этом отрезке
- e) Определитель  $D=|a_{ij}|$   $n$ -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  $[a;b]$  и принимает на его концах значения разных знаков, то на  $[a;b]$  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  $\infty$
- b) Корней нет
- c) Один из корней находится на отрезке  $[1, 2]$
- d) Один из корней находится на отрезке  $[-1, 2]$
- e) Единственный корень расположен между  $\sqrt{1/8}$  и  $\sqrt{3/8}$

68) При контроле решения алгебраического уравнения может быть полезна:

- a) Теорема Виета
- b) Теорема Ньютона
- c) Теорема Перрона
- d) Теорема Штурма
- e) Теорема Бюдана-Фурье

69) Итерация *iteratio* в переводе с латинского:

- a) повторение
- b) замещение
- c) возвращение
- d) умножение
- e) удаление

70) Укажите рекуррентную формулу метода простой итерации:

- a)  $x_{n+1} = \varphi(x_n)$
- b)  $x = \varphi$
- c)  $x = C$
- d)  $x_{n+1} = \psi(x_n) + \varphi(x_n)$
- e)  $x_{n-1} = \psi(x_n) - \varphi(x_n)$

71) От латинского слова *resurgens*:

- a) возвращающийся
- b) меняющийся
- c) повторяющийся
- d) заменяющийся
- e) приближающийся

72) Последовательность, удовлетворяющая условию Коши, называется:

- a) фундаментальной последовательностью
- b) рекуррентной последовательностью
- c) итеративной последовательностью

- d) двусторонней последовательностью
  - e) односторонней последовательностью
- Метод хорд-
- a) Частный случай метода итераций
  - b) Частный случай метода коллокации
  - c) Частный случай метода прогонки
  - d) Частный случай метода квадратных корней
  - e) Частный случай метода Гаусса

75) Свойство самоисправляемости:

- a) Усиливает надежность метода
- b) Не влияет на конечный результат
- c) Влияет на конечный результат
- d) Не учитывается
- e) 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)  $F = \text{const}$
- 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

- с) Площади прямоугольного параллелепипеда
- д) Площади ступенчатого шестиугольника
- е) Площади ступенчатого прямоугольника

88) Геометрически верхняя сумма Дарбу равна:

- а) Площади ступенчатого многоугольника, содержащего внутри себя криволинейную трапецию
- б) Площади ступенчатого многоугольника, содержащегося в криволинейной трапеции
- с) Площади прямоугольного параллелепипеда
- д) Площади ступенчатого шестиугольника
- е) 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 не приближенные

**Критерии оценки результатов тестирования:**

— оценка “зачтено” выставляется, если студент верно ответил на вопросы теста в объеме 70% и выше;

— оценка “не зачтено” выставляется, если студент верно ответил менее, чем на 70% вопросов.

Другим, не менее эффективным способом оценки знаний студентов является *устный опрос*. Вопросно-ответный способ проверки знаний студентов, при котором изучаемый материал расчленяется на отдельные смысловые единицы, и по каждой из них задаются вопросы.

**Вопросы для устного опроса:**

Наименование раздела	Вопросы
Общие сведения о геотехнике и геотехнических расчетах	Какие объекты в геотехнике? Основные цели и задачи науки? Назовите классы, виды, разновидности грунтов и определяющие их показатели? Охарактеризуйте пространственное напряжённое состояние, плоскую деформацию, осесимметричную задачу?
Обзор и классификация методов при проведении геотехнических расчетов	Охарактеризуйте теории линейного деформирования и жёстко-пластичности и области их практического использования? Отличие упрощенной и нелинейной модели грунтов? Краткая суть метода конечных элементов?

<p>Методы геотехнических расчетов</p>	<p>Какие основные программные обеспечения применяются в геотехнике при расчете оснований? Их плюсы и минусы? Какие матрицы применяются в методе конечных элементов? Основная суть метода упругих решений и метода Ньютона Рафсона? Какие основные отличия нелинейных и линейных расчетов в геотехнике?</p>
---------------------------------------	--

**Критерии оценки результатов устного опроса:**

- оценка “зачтено” за вопрос выставляется, если студент дал исчерпывающий ответ на вопрос, раскрыл тему в полном объеме;
- оценка “не зачтено за вопрос выставляется, если студент не раскрыл тему, если требуются дополнительные множественные уточняющие вопросы.

К формам контролируемой самостоятельной работы (КСР) относится также доклад. Доклад – это продукт самостоятельной работы студента или группы студентов, представляющий собой публичное выступление по представлению полученных результатов решения определенной учебно-практической, учебно-исследовательской или научной темы.

По данной дисциплине ввиду обширного материала, предусмотрено групповое (3-4 человека) написание доклада и выступление.

**Примерный план презентации:**

- Описание объекта исследования.
- Краткая характеристика
- Его назначение, функциональность
- Классификация
- Составляющие части
- Описание отечественных примеров существования объекта исследования. Особенности.
- Описание зарубежных примеров существования объекта исследования. Особенности.

**Критерии оценки презентации по докладу:**

- оценка “зачтено” выставляется при полном раскрытии темы, а также при последовательном, четком и логически стройном его изложении. Студенты отвечает на дополнительные вопросы, грамотно обосновывают принятые решения, владеют навыками и приемами выполнения СР. Допускается наличие в содержании работы или ее оформлении небольших недочетов или недостатков в представлении результатов к защите;
- оценка “не зачтено” выставляется за слабое и неполное раскрытие темы, несамостоятельность изложения материала, выводы и предложения, носящие общий характер, отсутствие наглядного представления работы, затруднения при ответах на вопросы.

**4.2 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.**

К формам контроля относится зачет — это форма промежуточной аттестации студента, определяемая учебным планом подготовки по направлению ВО. Зачет служит формой проверки успешного прохождения семинарских занятий и усвоения учебного материала лекционных занятий.

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.

### **Примерные вопросы для подготовки к зачету:**

1. Опишите формульные зависимости физических характеристик грунтов.
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 получения студентами зачета:**

— 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.

#### **5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля).**

##### **5.1 Основная литература:**

1. Шапиро, Д.М. Теория и расчётные модели оснований и объектов геотехники / Д. М. Шапиро. – Воронеж: НПЦ «Научная книга», 2012. – 164 с
2. Цытович, Н.А. Механика грунтов, 4-е изд., вновь перераб. и доп. / Н. А. Цытович. – М.: Стройиздат, 1963. – 636 с.
3. Парамонов, В. Н. Метод конечных элементов при решении нелинейных задач механики грунтов / В. Н. Парамонов. – С.-Пб.: Группа компаний «Геореконструкция», 2012. – 262 с.

Для освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями

здоровья имеются издания в электронном виде в электронно-библиотечных системах “Лань” и “Юрайт”.

\*Примечание: в скобках указано количество экземпляров в библиотеке КубГУ.

### **5.2 Дополнительная литература:**

1 Кашеварова, Г. Г. Численные методы решения задач строительства на ЭВМ / Г. Г. Кашеварова, Т. Б. Пермякова. – Учеб. пособие / Изд. второе, перераб. И дополн. – Пермь: Пермский ГТУ. – 2003. – 351 с.

2. Гузеев, Р.Н. Упругопластический расчёт МКЭ при проектировании и исследовании геотехнических систем / Р. Н. Гузеев // Современные методы статического и динамического расчёта сооружений. Вып. 5.: Воронеж, 2000. – С. 63 – 72.

\*Примечание: в скобках указано количество экземпляров в библиотеке КубГУ.

### **5.3. Периодические издания:**

- 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>

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

- 1 <http://www.rtgeolog.ru>
- 2 [www.pniis.ru](http://www.pniis.ru)
- 3 [www.georec.spb.ru](http://www.georec.spb.ru)
- 4 [www.spb.org.ru.ban](http://www.spb.org.ru.ban)
- 5 [www.ntl.ru](http://www.ntl.ru)
- 6 [www.lib.msu.ru](http://www.lib.msu.ru)
- 7 <http://rusbuildreality.ru/books/arhitektura/100.html>
- 8 <http://dwg.ru/lib>
- 9 <http://www.aktualno.com.ua/ingenernie-soorugeniya>

### **7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.**

Теоретические знания по основным разделам курса «Численные методы в геотехнике» бакалавры приобретают на лекциях и при выполнении лабораторных работ, закрепляют и расширяют во время самостоятельной работы.

При реализации программы дисциплины «Численные методы в геотехнике» используются различные образовательные технологии. Аудиторные занятия проводятся в виде лекций с использованием ПК и проектора, который используется для показа презентаций и презентации результатов самостоятельной работы студентов.

Для закрепления знаний студентов по разделам курса «Численные методы в геотехнике» проводятся лабораторные занятия, целью которых является углубленное изучение нормативных документов, регламентирующих все этапы проработки проектной

и строительной документации на всех этапах ее разработки и внедрения в процесс строительного производства.

Самостоятельная работа студентов включает в себя несколько основных направлений:

- самостоятельное повторение и закрепление отдельных тем;
- работа с дополнительными источниками информации (электронными источниками информации, литературой и пр.) для более углубленного изучения тем и разделов, информация по которым дается на лекциях;

К формам контролируемой самостоятельной работы (КСР) по данной дисциплине относится доклад.

Защита индивидуального задания контролируемой самостоятельной работы (КСР) — доклада, осуществляется на занятиях в виде презентации по результатам исследования, с коллективным обсуждением отдельных его разделов и оценивается по полноте раскрытия темы, новизны используемой информации и ответам на вопросы преподавателя и студенческой аудитории

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, сформированному учебным отделом и утвержденному проректором по учебной работе, в сроки, предусмотренные календарным графиком учебного процесса. Расписание зачетов доводится до сведения студентов не менее чем за две недели до начала зачетной недели. Зачет принимается преподавателями, ведущими лекционные занятия. Зачеты проводятся в устной форме.

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.

## **8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.**

### **8.1 Перечень информационных технологий.**

Использование электронных презентаций при проведении занятий лекционного типа и лабораторных работ. Также применяются фильмы:

1. [https://russia.tv/video/show/brand\\_id/10922/episode\\_id/1142691/video\\_id/1096977/viewtype](https://russia.tv/video/show/brand_id/10922/episode_id/1142691/video_id/1096977/viewtype)
2. [https://russia.tv/video/show/brand\\_id/10922/episode\\_id/1146274/viewtype/picture](https://russia.tv/video/show/brand_id/10922/episode_id/1146274/viewtype/picture)

### **8.2 Перечень необходимого программного обеспечения.**

При освоении курса «Численные методы в геотехнике» используются лицензионные программы общего назначения, такие как Microsoft Windows, пакет Microsoft Office, программы для демонстрации и создания презентаций (Microsoft Power Point), свободное программное обеспечение.

### **8.3 Перечень информационных справочных систем:**

1. [www.e.lanbook.com](http://www.e.lanbook.com)
2. [www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru)
3. [www.znaniyum.com](http://www.znaniyum.com)
4. <http://www.elibrary.ru>
5. [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)

6. www.scopus.com

7. www.lektorium.tv

**9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

№	Вид работ	Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) и оснащенность
1.	Лекционные занятия	Аудитория для проведения занятий лекционного типа, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, ноутбук) и соответствующим программным обеспечением (лицензионные программы общего назначения, такие как Microsoft Windows 7, пакет Microsoft Office Professional (Word, Excel, PowerPoint, Access), программы демонстрации видео материалов (Windows Media Player), программы для демонстрации и создания презентаций (Microsoft Power Point)
2.	Лабораторные занятия	Аудитория Оборудование: презентационная техника (проектор, экран, ноутбук) Лаборатория геологического моделирования с соответствующим программным обеспечением
3.	Групповые (индивидуальные) консультации	Аудитория Оборудование: учебная мебель, учебная доска, набор Демонстрационного оборудования (экран, проектор, ноутбук).
4.	Текущий контроль, промежуточная аттестация	Аудитория Оборудование: учебная мебель, учебная доска, набор демонстрационного оборудования (экран, проектор, ноутбук).
5.	Самостоятельная работа	Кабинет для самостоятельной работы, оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», программой экранного увеличения и обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.