

ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

СОГЛАСОВАНО

УТВЕРЖДАЮ

\_\_\_\_\_  
Руководитель ОПОП ВО  
д.т.н., доцент А.А. Кульчицкий

\_\_\_\_\_  
Проректор по образовательной  
деятельности  
Д.Г. Петраков

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

# ПРОГРАММНЫЕ ПАКЕТЫ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ПОВЕДЕНИЯ СЫПУЧИХ СРЕД

<b>Уровень высшего образования:</b>	Магистратура
<b>Направление подготовки:</b>	15.04.04 Автоматизация технологических процессов и производств
<b>Направленность (профиль):</b>	Системы автоматизированного управления в горном деле
<b>Квалификация выпускника:</b>	Магистр
<b>Форма обучения:</b>	очная
<b>Составитель:</b>	доц. Бойков А.В.

Санкт-Петербург



ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН  
УСИЛЕННОЙ КВАЛИФИЦИРОВАННОЙ  
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 174E F08E D3C8 8CC7 B088 E59C 9D21 683B  
Владелец: Пашкевич Наталья Владимировна  
Действителен: с 14.11.2023 до 06.02.2025

**Рабочая программа дисциплины** «Программные пакеты для изучения поведения сыпучих сред» разработана:

- в соответствии с требованиями ФГОС ВО - магистратура по направлению подготовки 15.04.04 «Автоматизация технологических процессов и производств», утвержденного приказом Минобрнауки России № 1452 от 25.11.2020 г.;

- на основании учебного плана магистратуры по направлению подготовки 15.04.04 «Автоматизация технологических процессов и производств» направленность (профиль) «Системы автоматизированного управления в горном деле».

Составитель \_\_\_\_\_ к.т.н., доц. А.В. Бойков

**Рабочая программа рассмотрена и одобрена** на заседании кафедры «Автоматизации технологических процессов и производств» от 31.01.2023 г., протокол № 10.

Заведующий кафедрой АТПП

д.т.н.,  
доцент

А.А. Кульчицкий

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель изучения дисциплины** — приобретение теоретических и практических знаний в области моделирования технологических процессов при помощи численных методов. Изучение современных методов и технологий для реализации цифровых моделей промышленных установок с целью расчета поведения частиц сыпучего материала в процессах горной промышленности.

### Основные задачи дисциплины:

- освоение дополнительных знаний о современных тенденциях в области создания численных моделей в горной отрасли;
- получение дополнительных знаний в области современных методов и средств моделирования, а также решений, реализующих метод дискретных элементов;
- ознакомление с современной программной реализацией метода дискретных элементов на базе ПО Rocky DEM.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Программные пакеты для изучения поведения сыпучих сред» относится к части Блока 1 «Дисциплины (модули)», формируемой участниками образовательных отношений, основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки 15.04.04 «Автоматизация технологических процессов и производств» и изучается в 3 и 4 семестре.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Программные пакеты для изучения поведения сыпучих сред» являются «Проектирование систем автоматизации и управления» и «Математическое моделирование объектов и систем управления».

Дисциплина «Методы и алгоритмы обработки сигналов и изображений» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Компьютерные методы проектирования систем управления», «Интегрированные системы проектирования и управления автоматизированных и автоматических производств» и следующих практик: Преддипломная практика.

Особенностью дисциплины является то, что студенты знакомятся с основными понятиями численного моделирования методом конечных элементов, получают базовые навыки моделирования работы оборудования горной промышленности и поведения сыпучих сред.

## 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Процесс изучения дисциплины «Программные пакеты для изучения поведения сыпучих сред» направлен на формирование следующих компетенций:

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
Способен организовать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели	УК-3	УК-3.1. Знает: - Методики формирования команд - Методы эффективного руководства коллективами - Основные теории лидерства и стили руководства УК-3.2. Умеет: - Разрабатывать план групповых и организационных коммуникаций при подготовке и выполнении проекта - Сформулировать задачи членам команды для достижения поставленной цели - Разрабатывать командную стратегию - Применять эффективные стили руководства командой для достижения поставленной цели.

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
		УК-3.3. Владеет: - Умением анализировать, проектировать и организовывать межличностные, групповые и организационные коммуникации в команде для достижения поставленной цели - Методами организации и управления коллективом
Способен выполнять предпроектные расчеты и моделирование технологических процессов	ПКС-3	ПКС-3.1. Знает: - Общие сведения о методе дискретных элементов (DEM) и специфику моделирования сыпучих сред - Свойства сыпучих материалов и принципы их учета в контактной модели. ПКС-3.2. Умеет: - Производить расчет узлов оборудования горно-металлургических процессов - Определять наиболее важные параметры моделирования, а также калибровать и проверять на адекватность спроектированные численные модели ПКС-3.3. Владеет: - Навыками использования современных цифровых и информационных технологий для решения прикладных задач - Моделированием сыпучих сред с использованием современного программного обеспечения

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоёмкость учебной дисциплины составляет 5 зачётные единицы, 180 ак. часа.

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак. часы по семестрам	Ак. часы по семестрам
		3	4
<b>Аудиторная работа, в том числе:</b>	<b>80</b>	<b>56</b>	<b>24</b>
Лекции (Л)	40	28	12
Практические занятия (ПЗ)	40	28	12
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-
<b>Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе:</b>	<b>100</b>	<b>70</b>	<b>30</b>
Подготовка к практическим занятиям	40	28	12
Подготовка к лабораторным занятиям	-	-	-
Аналитический информационный поиск	26	18	8
Работа в библиотеке	26	18	8
Подготовка к зачету / дифф. зачету	8	6	2
<b>Промежуточная аттестация</b>		<b>ДЗ</b>	<b>3</b>
<b>Общая трудоёмкость дисциплины</b>			
	<b>ак. час.</b>	<b>180</b>	<b>126</b>
	<b>зач.ед.</b>	<b>5</b>	<b>3,5</b>
			<b>54</b>
			<b>1,5</b>

## 4.2. Содержание дисциплины

Учебным планом предусмотрены: лекции, практические занятия и самостоятельная работа.

### 4.2.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Наименование разделов	Виды занятий				
	Лекции	Семинары	Решение задач	Лабораторные работы	Самостоятельная работа
Раздел 1 «Введение в программные пакеты для изучения поведения сыпучих сред»	40	8	6		26
Раздел 2 «Контактные модели, свойства материалов и граничные условия»	52	10	12		30
Раздел 3 «Типы движений элементов оборудования»	34	10	10		14
Раздел 4 «Специальные возможности Rocky DEM»	54	12	12	-	30
<b>Итого:</b>	<b>180</b>	<b>40</b>	<b>40</b>	-	<b>100</b>

### 4.2.2. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
1	Раздел 1 «Введение в программные пакеты для изучения поведения сыпучих сред»	Цифровые и численные модели в горно-металлургической отрасли. Метод дискретных элементов (МДЭ) для моделирования взаимодействия твердых частиц. Программные пакеты для моделирования МДЭ. Возможности программного пакета Rocky DEM. Инженерный анализ (CAE). Жизненный цикл изделия (жизненный цикл продукции). Примеры программного обеспечения DEM. Примеры применения Rocky DEM.	8
2	Раздел 2 «Контактные модели, свойства материалов и граничные условия»	Алгоритм работы с программным обеспечением Rocky DEM. Контактные модели и перечень коэффициентов, описывающих сыпучий материал и элементы геометрии. Методики калибровки и уточнения входных параметров для построения адекватной модели. Механика контакта. Контакт между двумя шарами. Деформируемая частица. Абсолютно твердая частица. Столкновение частиц. Моделирование контактного взаимодействия сфер. Моделирование вязкоупругого взаимодействия. Линейная вязкоупругая модель. Модель Cundall—Strack. Модель Миндлина и Дерисевича. Модель разрушения АВТ-10. Модель разрушения Тавареса. Модель изнашивания.	10
3	Раздел 3 «Практические	Задание движения элементов оборудования. Постобработка динамики движения частиц	10

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
	аспекты применения Rocky DEM для моделирования оборудования горной промышленности»	(окрашивание частиц, анализ траектории, построение графиков и анимаций / видеороликов). Использование встроенных скриптов в Rocky DEM. Моделирование вязкого материала. Моделирование свободно-подвешенных элементов оборудования. Моделирование изнашивания. Моделирование дробления и измельчения. Моделирование грохочения (моделирования сепарации по крупности). Пересыпной узел. Вибрационный грохот. Ковшовый конвейер. Мельница самоизмельчения. High Pressure Grinding Roll. Конусная дробилка. Оценка сыпучих сред в Rocky DEM	
4	Раздел 4 «Специальные возможности Rocky DEM»	Специальные возможности Rocky DEM для решения сложных технических задач. Модели износа оборудования и распределения энергии. Модели разрушения частиц. Модель распределения тепла. Модели сопряжения метода дискретных элементов и вычислительной гидродинамики (CFD) в Ansys Fluent. Модели упрощения расчета для моделирования большого количества частиц. Крупнозернистое моделирование (CGM).	12
<b>Итого:</b>			<b>40</b>

#### 4.2.3. Практические занятия

№ п/п	Разделы	Тематика практических занятий	Трудоемкость в ак. часах
1	Раздел 1	Введение: Знакомство с интерфейсом ПО Rocky DEM: Задание потока частиц	4
2	Раздел 1, 2	Введение: Знакомство с интерфейсом ПО Rocky DEM: Задание кадров движения и постпроцессинг	4
3	Раздел 2,3	Моделирование работы передаточного узла и постпроцессинг	4
4	Раздел 2,3	Использование программного кода для обработки результатов моделирования	4
5	Раздел 2,3	Моделирование работы пересыпного грохота и постпроцессинг	4
6	Раздел 2,3	Моделирование работы мельницы и постпроцессинг	4
7	Раздел 2,3	Моделирование работы конусной дробилки и постпроцессинг	4
8	Раздел 4	Моделирование работы шлифовального вала высокого давления и постпроцессинг	4
9	Раздел 4	Моделирование работы ковшового конвейера и постпроцессинг	4
10	Раздел 4	Сопряжения метода дискретных элементов и вычислительной гидродинамики DEM-CFD	4
<b>Итого:</b>			<b>40</b>

#### 4.2.4. Лабораторные работы

Лабораторные занятия учебным планом не предусмотрены.

#### 4.2.5. Курсовые работы (проекты)

Курсовые работы (проекты) учебным планом не предусмотрены.

### 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе обучения применяются:

**Лекции**, которые являются одним из важнейших видов учебных занятий и составляют основу теоретической подготовки обучающихся. Цели лекционных занятий:

-дать систематизированные научные знания по дисциплине, акцентировать внимание на наиболее сложных вопросах дисциплины;

-стимулировать активную познавательную деятельность обучающихся, способствовать формированию их творческого мышления.

**Практические занятия.** Цели практических занятий:

-совершенствовать умения и навыки решения практических задач.

Главным содержанием этого вида учебных занятий является работа каждого обучающегося по овладению практическими умениями и навыками профессиональной деятельности.

**Консультации** (текущая консультация, накануне экзамена) является одной из форм руководства учебной работой обучающихся и оказания им помощи в самостоятельном изучении материала дисциплины, в ликвидации имеющихся пробелов в знаниях, задолженностей по текущим занятиям, в подготовке письменных работ (проектов).

Текущие консультации проводятся преподавателем, ведущим занятия в учебной группе, научным руководителем и носят как индивидуальный, так и групповой характер.

**Самостоятельная работа обучающихся** направлена на углубление и закрепление знаний, полученных на лекциях и других занятиях, выработку навыков самостоятельного активного приобретения новых, дополнительных знаний, подготовку к предстоящим учебным занятиям и промежуточному контролю.

### 6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 6.1. *Оценочные средства для самостоятельной работы и текущего контроля успеваемости*

**Раздел 1. «Введение в программные пакеты для изучения поведения сыпучих сред».**

1. Средства автоматизации инженерных расчетов.
2. Жизненный цикл продукции/изделия.
3. Структура жизненного цикла продукции/изделия.
4. Определение метода дискретных элементов.
5. Признаки программных пакетов для моделирования МДЭ.
6. Калибровка входных параметров DEM.
7. Отличия подходов к калибровке входных параметров DEM.
8. Понятие о сыпучих телах как объекта механики сплошных сред.

**Раздел 2. «Контактные модели, свойства материалов и граничные условия».**

1. Механика контакта.
2. Особенности механических процессов в дискретных среда
3. Особенности механических процессов в дискретных средах..
4. Основные механические характеристики дискретных сред
5. Контакт между двумя сферами
6. Понятие о вязкоупругой силе
7. Деформируемая частица.
8. Абсолютно твердая частица.
9. Крупнозернистое моделирование CGM
10. Вязкоупругое взаимодействие
11. Линейная вязкоупругая модель
12. Модель Миндлина и Дерисевича

13. Модель разрушения АВТ-10
14. Модель разрушения Тавареса.
15. Модель изнашивания.
16. Определение скорости износа.

### **Раздел 3. «Практические аспекты применения Rocky DEM для моделирования оборудования горной промышленности».**

1. Задачи моделирования на ГОК
2. Ударное взаимодействие
3. Изнашивание конвейерной ленты
4. Изнашивание футеровки
5. Моделирование пыления
6. Модель адгезии для вязкого материала
7. Модель когезии для вязкого материала
8. Моделирование свободноповешенных элементов оборудования
9. Моделирование дробления
10. Моделирование изнашивания
11. Моделирование сепарации по крупности

### **Раздел 4. «Специальные возможности Rocky DEM».**

1. Методы снижения вычислительных затрат.
2. Особенности моделирования в масштабе 1:1
3. Интеграция Rocky DEM с Ansys Fluent.
4. Сравнение основных методов решения.
5. Комбинированные модели CFD-DEM
6. Эйлеровский подход к работе с твердыми телами
7. Лагранжев подход к работе с твердыми телами
8. Преимущества использования комбинированных методов.

## **6.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации (дифф.зачета)**

### **6.2.1. Примерный перечень вопросов/заданий к дифф.зачету (по дисциплине):**

1. Понятие САПР
2. САД системы
3. САЕ системы
4. САМ системы
5. Жизненный цикл продукции
6. Метод конечных элементов
7. Метод дискретных элементов
8. История DEM
9. Цикл расчета DEM
10. Базовые механические модели и структурные схемы описания состояния и поведения сыпучих сред.
11. Базовые механические модели и структурные схемы описания состояния и поведения дискретных сред.
12. Физические соотношения, определяющие поведение сыпучих сред, в различных приближениях.
13. Гибридные модели.
14. Основные методы численного решения задач механики сыпучих и дискретных сред
15. Основные положения метода дискретных элементов.
16. Различные реализации метода дискретных элементов.
17. Силы адгезии
18. Тангенциальные силы
19. Сопротивление качению
20. Нормальные силы



21. Структура препроцессинга
22. Структура постпроцессинга
23. Элементы решателя в Rocky DEM
24. Форматы геометрической модели
25. Базовые формы частиц в Rocky DEM
26. Гранулометрический состав
27. Особенности задания гранулометрического состава в Rocky DEM
28. Кумулятивное распределение
29. Особенности задания кумулятивного распределения в Rocky DEM
30. Интерфейс Rocky DEM
31. Модели расчета в Physics
32. Способ задания входного потока
33. Заполнение объема
34. Непрерывная подача
35. Выходная частота
36. Энергетический спектр
37. Методы задания движения
38. Постоянная скорость
39. Начальная и конечная скорость
40. Начальная скорость и ускорение
41. Настройка материалов
42. Модуль Юнга
43. Статическое трение
44. Динамическое трение
45. Коэффициент упругости

### 6.2.2. Примерные тестовые задания к экзамену

#### Вариант № 1

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
1.	Жизненный цикл продукции - это	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. интервал времени от момента приобретения до момента утилизации, прекращения существования товара</li> <li>2. интервал времени, в котором спрос на сезонный товар проходит все возможные фазы и возвращается к исходной точке</li> <li>3. интервал времени с момента первоначального появления товара на рынке до прекращения его реализации</li> <li>4. стратегия маркетинга, включающая разработку процессов позиционирования, рекламы, ценообразования и распределения товаров</li> </ol>
2.	Аббревиатура CAD	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Общепринятое международное обозначение систем автоматизированного проектирования моделей объектов</li> <li>2. Общепринятое международное обозначение систем, либо модуль автоматизированной системы, предназначенный для подготовки управляющих</li> </ol>

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
		<p>программ для станков с ЧПУ.</p> <p>3. Общепринятое международное обозначение систем для непрерывной информационной поддержки поставок и жизненного цикла изделий</p> <p>4. Общепринятое международное обозначение систем, либо модуль автоматизированной системы, предназначенный для подготовки управляющих программ для станков с ЧПУ.</p>
3.	Аббревиатура CAE	<p>1. Общепринятое международное обозначение систем, либо модуль автоматизированной системы, предназначенный для подготовки управляющих программ для станков с ЧПУ.</p> <p>2. Общепринятое международное обозначение систем, предназначенное для проведения различных видов инженерного анализа деталей и машин</p> <p>3. Общепринятое международное обозначение систем для непрерывной информационной поддержки поставок и жизненного цикла изделий</p> <p>4. Общепринятое международное обозначение систем автоматизированного проектирования моделей объектов</p>
4.	DEM (Метод дискретного элемента) - это...	<p>1. численный метод для аппроксимации свободной поверхности.</p> <p>2. численный метод решения дифференциальных уравнений, основанный на замене производных разностными схемами.</p> <p>3. численный метод решения дифференциальных уравнений с частными производными, а также интегральных уравнений, возникающих при решении задач прикладной физики.</p> <p>4. семейство численных методов предназначенных для расчёта движения большого количества частиц, таких как молекулы, песчинки, гравий, галька и прочих гранулированных сред.</p>
5.	Какой формат нельзя импортировать в качестве геометрической модели в Rocky DEM	<p>1. PNG</p> <p>2. DXF</p> <p>3. CAS</p> <p>4. STL</p>
6.	Исследование деформации твердого тела, которые касаются друг друга в одной или нескольких точках	<p>1. Механика контакта</p> <p>2. Динамика контакта</p> <p>3. Восстановление контакта</p>

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
		4. Нормальных сил
7.	Единицей измерения плотности в системе СИ является	1. кг/м <sup>2</sup> 2. г/см <sup>3</sup> 3. кг/м <sup>3</sup> 4. кг/м <sup>-2</sup>
8.	Формула $V = k \cdot \frac{F_t \cdot s_t}{H}$ описывает	1. Формулу объема 2. Модель разрушения Тавареса 3. Модель Миндлина-Дерисевича 4. Закон Арчарда
9.	В каком году был описан метод отдельных элементов	1. 1975 2. 1985 3. 1961 4. 1971
10.	Первоначальное название метода дискретных элементов	1. Digital element model 2. Discrete element method 3. Digital elevation method 4. Distinct element method
11.	Какое ПО не относится к программным обеспечениям DEM	1. Bulk Flow Analyst 2. Rocky 3. EDEM 4. Aveva
12.	Какой ученый придумал и описал метод отдельных элементов	1. Арчард 2. Дерисевич 3. Кандалл 4. Таварес
13.	_____ состав грунта - это относительное содержание в нем твердых частиц различной крупности, которое принято выражать в процентах от общего веса исследуемого грунта.	1. частичный 2. гранулометрический 3. агрегатный 4. процентный
14.	Модель Миндлина-Дерисевича относится к	1. Тангенциальным силам 2. Силам адгезии 3. Силам когезии 4. Нормальным силам
15.	К моделированию мгновенного дробления относится	1. Тест падающего груза 2. Теорема Робертса 3. Теорема Собела 4. Теорема Котельникова
16.	Метод, который может быть использован для уменьшения количества частиц путем использования более крупных частиц (обычно называемых посылками) для представления групп исходных (более мелких) частиц.	1. JDGM 2. ABT-10 3. CGM 4. HPGR
17.	Формула $C_n = 2\eta\sqrt{m^*K_{nl}}$ представляет собой	1. контактная жесткость при разгрузке 2. модуль Юнга 3. контактная жесткость при нагрузке 4. коэффициент нормального демпфиро-

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
		вания
18.	Модуль Юнга - это...	<ol style="list-style-type: none"> <li>тангенциальная компонента относительной скорости</li> <li>коэффициент, связывающий в законе Гука удлинение упругого тела и возникающую вследствие этого удлинения силу упругости.</li> <li>физическая величина, которая характеризует свойства какого-либо материала сгибаться или растягиваться под воздействием силы; по сути именно от этого зависит жёсткость тела.</li> <li>эффективный модуль сдвига</li> </ol>
19.	Выберете верный способ задания гранулометрического состава питающего потока в Rocky DEM	<ol style="list-style-type: none"> <li>0.02 - 15 %, 0.01 - 75%, 0.03 - 25%</li> <li>1.7 - 75 %, 0.8 - 25%, 0.02 - 15%</li> <li>1.7 - 100 %, 0.8 - 75%, 0.02 - 25%</li> <li>0.8 - 100 %, 0.02 - 75%, 1.7 - 25%</li> </ol>
20.	Линейная упругая модель гистерезиса (HLS) относится к	<ol style="list-style-type: none"> <li>Тангенциальным силам</li> <li>Силам адгезии</li> <li>Силам когезии</li> <li>Нормальным силам</li> </ol>

#### Вариант № 2

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
1.	Выберете верный способ задания гранулометрического состава питающего потока в Rocky DEM	<ol style="list-style-type: none"> <li>0.02 - 15 %, 0.01 - 75%, 0.03 - 25%</li> <li>1.7- 75 %, 0.8 - 25%, 0.02 - 15%</li> <li>1.7 - 100 %, 0.8 - 75%, 0.02 - 25%</li> <li>0.8 - 100 %, 0.02 - 75%, 1.7 - 25%</li> </ol>
2.	Какое ПО не относится к программным обеспечениям DEM	<ol style="list-style-type: none"> <li>Bulk Flow Analyst</li> <li>Rocky</li> <li>EDEM</li> <li>Aveva</li> </ol>
3.	Модель Миндлина-Дерисевича относится к	<ol style="list-style-type: none"> <li>Тангенциальным силам</li> <li>Силам адгезии</li> <li>Силам когезии</li> <li>Нормальным силам</li> </ol>
4.	Какой формат нельзя импортировать в качестве геометрической модели в Rocky DEM	<ol style="list-style-type: none"> <li>PNG</li> <li>DXF</li> <li>CAS</li> <li>STL</li> </ol>
5.	Аббревиатура CAE	<ol style="list-style-type: none"> <li>Общепринятое международное обозначение систем, либо модуль автоматизированной системы, предназначенный для подготовки управляющих программ для станков с ЧПУ.</li> <li>Общепринятое международное обозначение систем, предназначенное для</li> </ol>

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
		<p>проведения различных видов инженерного анализа деталей и машин</p> <p>3. Общепринятое международное обозначение систем для непрерывной информационной поддержки поставок и жизненного цикла изделий</p> <p>4. Общепринятое международное обозначение систем автоматизированного проектирования моделей объектов</p>
6.	<p>Формула</p> $C_n = 2\eta \sqrt{m^* K_{nl}}$ <p>представляет собой</p>	<p>1. контактная жесткость при разгрузке</p> <p>2. модуль Юнга</p> <p>3. контактная жесткость при нагрузке</p> <p>4. коэффициент нормального демпфирования</p>
7.	Жизненный цикл продукции - это	<p>1. интервал времени от момента приобретения до момента утилизации, прекращения существования товара</p> <p>2. интервал времени, в котором спрос на сезонный товар проходит все возможные фазы и возвращается к исходной точке</p> <p>3. интервал времени с момента первоначального появления товара на рынке до прекращения его реализации</p> <p>4. стратегия маркетинга, включающая разработку процессов позиционирования, рекламы, ценообразования и распределения товаров</p>
8.	К моделированию мгновенного дробления относится	<p>1. Тест падающего груза</p> <p>2. Теорема Робертса</p> <p>3. Теорема Собела</p> <p>4. Теорема Котельникова</p>
9.	Единицей измерения плотности в системе СИ является	<p>1. кг/м<sup>2</sup></p> <p>2. г/см<sup>3</sup></p> <p>3. кг/м<sup>3</sup></p> <p>4. кг/м<sup>-2</sup></p>
10.	Метод, который может быть использован для уменьшения количества частиц путем использования более крупных частиц (обычно называемых посылками) для представления групп исходных (более мелких) частиц.	<p>1. JDGM</p> <p>2. ABT-10</p> <p>3. CGM</p> <p>4. HPGR</p>
11.	Исследование деформации твердого тела, которые касаются друг друга в одной или нескольких точках	<p>1. Механика контакта</p> <p>2. Динамика контакта</p> <p>3. Восстановление контакта</p> <p>4. Нормальных сил</p>
12.	Модуль Юнга – это...	<p>1. тангенциальная компонента относительной скорости</p>

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
		2. коэффициент, связывающий в законе Гука удлинение упругого тела и возникающую вследствие этого удлинения силу упругости. 3. физическая величина, которая характеризует свойства какого-либо материала сгибаться или растягиваться под воздействием силы; по сути именно от этого зависит жёсткость тела. 4. эффективный модуль сдвига
13.	DEM (Метод дискретного элемента) – это...	1. численный метод для аппроксимации свободной поверхности. 2. численный метод решения дифференциальных уравнений, основанный на замене производных разностными схемами. 3. численный метод решения дифференциальных уравнений с частными производными, а также интегральных уравнений, возникающих при решении задач прикладной физики. 4. семейство численных методов предназначенных для расчёта движения большого количества частиц, таких как молекулы, песчинки, гравий, галька и прочих гранулированных сред.
14.	Линейная упругая модель гистерезиса (HLS) относится к	1. Тангенциальным силам 2. Силам адгезии 3. Силам когезии 4. Нормальным силам
15.	Формула $V = k \cdot \frac{F_t \cdot s_t}{H}$ описывает	1. Формулу объема 2. Модель разрушения Тавареса 3. Модель Миндлина-Дерисевича 4. Закон Арчарда
16.	Аббревиатура CAD	1. Общепринятое международное обозначение систем автоматизированного проектирования моделей объектов 2. Общепринятое международное обозначение систем, либо модуль автоматизированной системы, предназначенный для подготовки управляющих программ для станков с ЧПУ. 3. Общепринятое международное обозначение систем для непрерывной информационной поддержки поставок и жизненного цикла изделий 4. Общепринятое международное обозначение систем, либо модуль автома-



№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
		тизированной системы, предназначенный для подготовки управляющих программ для станков с ЧПУ.
17.	Жизненный цикл продукции - это	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. интервал времени от момента приобретения до момента утилизации, прекращения существования товара</li> <li>2. интервал времени, в котором спрос на сезонный товар проходит все возможные фазы и возвращается к исходной точке</li> <li>3. интервал времени с момента первоначального появления товара на рынке до прекращения его реализации</li> <li>4. стратегия маркетинга, включающая разработку процессов позиционирования, рекламы, ценообразования и распределения товаров</li> </ol>
18.	Первоначальное название метода дискретных элементов	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Digital element model</li> <li>2. Discrete element method</li> <li>3. Digital elevation method</li> <li>4. Distinct element method</li> </ol>
19.	В каком году был описан метод отдельных элементов	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 1975</li> <li>2. 1985</li> <li>3. 1961</li> <li>4. 1971</li> </ol>
20.	состав грунта - это относительное содержание в нем твердых частиц различной крупности, которое принято выражать в процентах от общего веса исследуемого грунта.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. частичный</li> <li>2. гранулометрический</li> <li>3. агрегатный</li> <li>4. процентный</li> </ol>

### Вариант № 3

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
1.	Какой ученый придумал и описал метод отдельных элементов	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Арчард</li> <li>2. Дерисевич</li> <li>3. Кандалл</li> <li>4. Таварес</li> </ol>
2.	состав грунта - это относительное содержание в нем твердых частиц различной крупности, которое принято выражать в процентах от общего веса исследуемого грунта.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. частичный</li> <li>2. гранулометрический</li> <li>3. агрегатный</li> <li>4. процентный</li> </ol>
3.	Модель Миндлина-Дерисевича относится к	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Тангенциальным силам</li> <li>2. Силам адгезии</li> <li>3. Силам когезии</li> <li>4. Нормальным силам</li> </ol>

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
4.	К моделированию мгновенного дробления относится	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Тест падающего груза</li> <li>2. Теорема Робертса</li> <li>3. Теорема Собела</li> <li>4. Теорема Котельникова</li> </ol>
5.	Метод, который может быть использован для уменьшения количества частиц путем использования более крупных частиц (обычно называемых посылками) для представления групп исходных (более мелких) частиц.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. JDGM</li> <li>2. ABT-10</li> <li>3. CGM</li> <li>4. HPGR</li> </ol>
6.	<p>Формула</p> $C_n = 2\eta \sqrt{m^* K_{nl}}$ <p>представляет собой</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. контактная жесткость при разгрузке</li> <li>2. модуль Юнга</li> <li>3. контактная жесткость при нагрузке</li> <li>4. коэффициент нормального демпфирования</li> </ol>
7.	Жизненный цикл продукции - это	<ol style="list-style-type: none"> <li>5. интервал времени от момента приобретения до момента утилизации, прекращения существования товара</li> <li>6. интервал времени, в котором спрос на сезонный товар проходит все возможные фазы и возвращается к исходной точке</li> <li>7. интервал времени с момента первоначального появления товара на рынке до прекращения его реализации</li> <li>8. стратегия маркетинга, включающая разработку процессов позиционирования, рекламы, ценообразования и распределения товаров</li> </ol>
8.	Аббревиатура CAD	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Общепринятое международное обозначение систем автоматизированного проектирования моделей объектов</li> <li>2. Общепринятое международное обозначение систем, либо модуль автоматизированной системы, предназначенный для подготовки управляющих программ для станков с ЧПУ.</li> <li>3. Общепринятое международное обозначение систем для непрерывной информационной поддержки поставок и жизненного цикла изделий</li> <li>4. Общепринятое международное обозначение систем, либо модуль автоматизированной системы, предназначенный для подготовки управляющих программ для станков с ЧПУ.</li> </ol>



№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
9.	Аббревиатура CAE	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Общепринятое международное обозначение систем, либо модуль автоматизированной системы, предназначенный для подготовки управляющих программ для станков с ЧПУ.</li> <li>2. Общепринятое международное обозначение систем, предназначенное для проведения различных видов инженерного анализа деталей и машин</li> <li>3. Общепринятое международное обозначение систем для непрерывной информационной поддержки поставок и жизненного цикла изделий</li> <li>4. Общепринятое международное обозначение систем автоматизированного проектирования моделей объектов</li> </ol>
10.	DEM (Метод дискретного элемента) - это...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. численный метод для аппроксимации свободной поверхности.</li> <li>2. численный метод решения дифференциальных уравнений, основанный на замене производных разностными схемами.</li> <li>3. численный метод решения дифференциальных уравнений с частными производными, а также интегральных уравнений, возникающих при решении задач прикладной физики.</li> <li>4. семейство численных методов предназначенных для расчёта движения большого количества частиц, таких как молекулы, песчинки, гравий, галька и прочих гранулированных сред.</li> </ol>
11.	Модуль Юнга - это.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. тангенциальная компонента относительной скорости</li> <li>2. коэффициент, связывающий в законе Гука удлинение упругого тела и возникающую вследствие этого удлинения силу упругости.</li> <li>3. физическая величина, которая характеризует свойства какого-либо материала сгибаться или растягиваться под воздействием силы; по сути именно от этого зависит жёсткость тела.</li> <li>4. эффективный модуль сдвига</li> </ol>
12.	Выберете верный способ задания гранулометрического состава питающего потока в Rocky DEM	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 0.02 - 15 %, 0.01 - 75%, 0.03 - 25%</li> <li>2. 1.7 - 75 %, 0.8 - 25%, 0.02 - 15%</li> <li>3. 1.7 - 100 %, 0.8 - 75%, 0.02 - 25%</li> <li>4. 0.8 - 100 %, 0.02 - 75%, 1.7 - 25%</li> </ol>

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
13.	Линейная упругая модель гистерезиса (HLS) относится к	1. Тангенциальным силам 2. Силам адгезии 3. Силам когезии 4. Нормальным силам
14.	Какой формат нельзя импортировать в качестве геометрической модели в Rocky DEM	1. PNG 2. DXF 3. CAS 4. STL
15.	Исследование деформации твердого тела, которые касаются друг друга в одной или нескольких точках	1. Механика контакта 2. Динамика контакта 3. Восстановление контакта 4. Нормальных сил
16.	Единицей измерения плотности в системе СИ является	1. кг/м <sup>2</sup> 2. г/см <sup>3</sup> 3. кг/м <sup>3</sup> 4. кг/м <sup>-2</sup>
17.	Формула описывает	1. Формулу объема 2. Модель разрушения Тавареса 3. Модель Миндлина-Дерисевича 4. Закон Арчарда
18.	В каком году был описан метод отдельных элементов	1. 1975 2. 1985 3. 1961 4. 1971
19.	Первоначальное название метода дискретных элементов	1. Digital element model 2. Discrete element method 3. Digital elevation method 4. Distinct element method
20.	Какое ПО не относится к программным обеспечениям DEM	1. Bulk Flow Analyst 2. Rocky 3. EDEM 4. Aveva

### 6.3. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

#### 6.3.1. Критерии оценок промежуточной аттестации (дифференцированного зачета)

*Примерная шкала оценивания знаний по вопросам/выполнению заданий дифференцированного зачета:*

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения «3» (удовлетворительно)	Углубленный уровень освоения «4» (хорошо)	Продвинутый уровень освоения «5» (отлично)
Посещение менее 50 % лекционных и практических занятий	Посещение не менее 60 % лекционных и практических занятий	Посещение не менее 70 % лекционных и практических занятий	Посещение не менее 85 % лекционных и практических занятий

<b>Оценка</b>			
<b>«2» (неудовлетворительно)</b>	<b>Пороговый уровень освоения</b>	<b>Углубленный уровень освоения</b>	<b>Продвинутый уровень освоения</b>
	<b>«3» (удовлетворительно)</b>	<b>«4» (хорошо)</b>	<b>«5» (отлично)</b>
Студент не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы	Студент поверхностно знает материал основных разделов и тем учебной дисциплины, допускает неточности в ответе на вопрос	Студент хорошо знает материал, грамотно и по существу излагает его, допуская некоторые неточности в ответе на вопрос.	Студент в полном объеме знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос
Не умеет находить решения большинства предусмотренных программой обучения заданий	Иногда находит решения, предусмотренные программой обучения заданий	Уверенно находит решения, предусмотренные программой обучения заданий	Безошибочно находит решения, предусмотренные программой обучения заданий
Большинство предусмотренных программой обучения заданий не выполнено	Предусмотренные программой обучения задания выполнены удовлетворительно	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены

**Примерная шкала оценивания знаний в тестовой форме:**

<b>Количество правильных ответов, %</b>	<b>Оценка</b>
0-49	Неудовлетворительно
50-65	Удовлетворительно
66-85	Хорошо
86-100	Отлично

**6.3.2. Критерии оценок промежуточной аттестации (зачет)**

<b>Оценка</b>	<b>Описание</b>
<b>Зачтено</b>	Посещение более 50 % лекционных и практических занятий; студент твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос; все предусмотренные программой обучения задания выполнены, качество их выполнения достаточно высокое; в течение семестра выполнил творческую работу.
<b>Не зачтено</b>	Посещение менее 50 % лекционных и практических занятий; студент не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы; большинство предусмотренных программой обучения заданий не выполнено, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к минимальному.

**Примерная шкала оценивания знаний в тестовой форме:**

<b>Количество правильных ответов, %</b>	<b>Оценка</b>
0-49	Не зачтено
50-65	Зачтено
66-85	Зачтено
86-100	Зачтено

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 7.1. Рекомендуемая литература

#### 7.1.1. Основная литература

1. Суслина, Л. А. Обогащение полезных ископаемых : учебное пособие / Л. А. Суслина. — Кемерово : КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2020. — 194 с. — ISBN 978-5-00137-184-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система.  
<https://e.lanbook.com/book/163588>
2. Фролов, О. Ю. Моделирование автоматизированного производства : учебно-методическое пособие / О. Ю. Фролов, Е. И. Борзенко. — Томск : ТГУ, 2016. — 32 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система.  
<https://e.lanbook.com/book/105043>
3. Шевырëв, Ю. В. Автоматизация горных машин и установок : учебник / Ю. В. Шевырëв, О. М. Соснин, Н. Ю. Шевырëва. — Москва : МИСИС, 2019. — 320 с. — ISBN 978-5-906953-97-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система.  
<https://e.lanbook.com/book/116929>

#### 7.1.2. Дополнительная литература

1. Кармазин, В. В. Расчеты технологических показателей обогащения полезных ископаемых : учебное пособие / В. В. Кармазин, И. К. Младецкий, П. И. Пилов. — 2-е изд., стер. — Москва : Горная книга, 2018. — 228 с. — ISBN 978-5-98672-491-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система.  
<https://e.lanbook.com/book/134943>
2. Николаев, А. А. Обогащение полезных ископаемых. Решение практических задач : учебное пособие / А. А. Николаев. — Москва : МИСИС, 2021. — 53 с. — ISBN 978-5-907227-53-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система.  
<https://e.lanbook.com/book/178077>
3. Дерюшев, А. В. Физика горных пород. Лабораторный практикум : учебное пособие / А. В. Дерюшев, П. М. Будников. — Кемерово : КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2021. — 236 с. — ISBN 978-5-00137-265-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система.  
<https://e.lanbook.com/book/200855>

#### 7.1.3. Учебно-методическое обеспечение

Методические указания к практическим занятиям по дисциплине «Программные пакеты для изучения поведения сыпучих сред» приведены на Портале информационно-образовательных ресурсов Горного университета.

### 7.2. Базы данных, электронно-библиотечные системы, информационно-справочные и поисковые системы

1. «Академический кабинет»: <http://www.netcabinet.ru>
2. Библиотека Гумер — гуманитарные науки: <http://www.gumer.info>
3. Европейская цифровая библиотека Europeana: <http://www.europeana.eu/portal>
4. Информационно-издательский центр по геологии и недропользованию Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации ООО «ГЕОИНФОРММАРК»: <http://www.geoinform.ru>
5. Информационно-аналитический центр «Минерал»: <http://www.mineral.ru/>
6. КонсультантПлюс: справочно-поисковая система: [www.consultant.ru](http://www.consultant.ru)
7. Мировая цифровая библиотека: <http://wdl.org/ru>
8. Научная электронная библиотека «Scopus»: <https://www.scopus.com>
9. Научная электронная библиотека ScienceDirect: <http://www.sciencedirect.com>
10. Научная электронная библиотека «eLIBRARY»: <https://elibrary.ru>
11. Научно-техническая библиотека SciTechLibrary: <http://www.sciteclibrary.ru>

12. Поисковые системы: Yandex, Rambler, Yahoo и др.
13. Портал «Гуманитарное образование»: <http://www.humanities.edu.ru>
14. Система ГАРАНТ: электронный периодический справочник: [www.garant.ru](http://www.garant.ru)
15. Федеральное хранилище «Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов»:  
<http://school-collection.edu.ru>
16. Федеральный портал «Российское образование»: <http://www.edu.ru>
17. Электронная библиотека Российской Государственной Библиотеки (РГБ):  
<http://elibrary.rsl.ru>
18. Электронная библиотека учебников: <http://studentam.net>
19. Электронная библиотечная система «Национальный цифровой ресурс «Рукоонт»»:  
<http://rucont.ru/>
20. Электронно-библиотечная система издательского центра «Лань»:  
<https://elanbook.com/books>
21. Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАИТ»: [www.biblio-online.ru](http://www.biblio-online.ru)
22. «Энциклопедии и словари»: <http://enc-dic.com>

## **8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **8.1. Материально-техническое оснащение аудиторий:**

Специализированные аудитории, используемые при проведении занятий лекционного типа и практических (семинарских) занятий, оснащены мультимедийными проекторами и комплектом аппаратуры, позволяющей демонстрировать текстовые и графические материалы.

#### **Аудитории для проведения лекционных занятий.**

*Ауд. 3308 (УЦ. 1)- 16 посадочных мест*

Стол аудиторный для студентов (Тип 1,2) Canvaro ASSMANN - 16 шт., Стул 7873 A2S зеленый - 16 шт., рабочая станция Forsite 350D - 16 шт., Монитор Dell SE2719HP - 17 шт., Лазерный принтер A4 Xerox Phaser 3610DN - 1 шт., Доска учебная с регулировкой высоты Sliding board 6843 212 A2S - 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 8 Professional, Microsoft Office 2007 Professional Plus, Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security, 7-zip (свободно распространяемое ПО), Foxit Reader (свободно распространяемое ПО), SeaMonkey (свободно распространяемое ПО), Chromium (свободно распространяемое ПО), Java Runtime Environment (свободно распространяемое ПО), doPDF (свободно распространяемое ПО), GNU Image Manipulation Program (свободно распространяемое ПО), Inkscape (свободно распространяемое ПО), XnView (свободно распространяемое ПО), K-Lite Codec Pack (свободно распространяемое ПО), FAR Manager (свободно распространяемое ПО), Rocky DEM (лицензионное ПО), Ansys (лицензионное ПО).

*Ауд. 3309 (УЦ. 1)- 16 посадочных мест*

Стол Solos ASSMANN Тип 2 - 10 шт., компьютерное кресло 7873 A2S оранжевое - 18 шт., рабочая станция Forsite 350D - 18 шт., монитор Dell SE2719HP - 19 шт., лазерный принтер Xerox VersaLink B-400 - 1 шт., мобильный интерактивный комплекс ПУАМА - 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 8 Professional, Microsoft Office 2007 Professional Plus, Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security, 7-zip (свободно распространяемое ПО), Foxit Reader (свободно распространяемое ПО), SeaMonkey (свободно распространяемое ПО), Chromium (свободно распространяемое ПО), Java Runtime Environment (свободно распространяемое ПО), doPDF (свободно распространяемое ПО), GNU Image Manipulation Program (свободно распространяемое ПО), Inkscape (свободно распространяемое ПО), XnView (свободно распространяемое ПО), K-Lite Codec Pack (свободно распространяемое ПО), FAR Manager (свободно распространяемое ПО), Rocky DEM (лицензионное ПО), Ansys (лицензионное ПО).

### **Аудитории для проведения практических занятий.**

*Ауд. 3308 (УЦ. 1)- 16 посадочных мест*

Стол аудиторный для студентов (Тип 1,2) Canvaro ASSMANN - 16 шт., Стул 7873 A2S зеленый - 16 шт., рабочая станция Forsite 350D - 16 шт., Монитор Dell SE2719HP - 17 шт., Лазерный принтер A4 Xerox Phaser 3610DN - 1 шт., Доска учебная с регулировкой высоты Sliding board 6843 212 A2S - 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 8 Professional, Microsoft Office 2007 Professional Plus, Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security, 7-zip (свободно распространяемое ПО), Foxit Reader (свободно распространяемое ПО), SeaMonkey (свободно распространяемое ПО), Chromium (свободно распространяемое ПО), Java Runtime Environment (свободно распространяемое ПО), doPDF (свободно распространяемое ПО), GNU Image Manipulation Program (свободно распространяемое ПО), Inkscape (свободно распространяемое ПО), XnView (свободно распространяемое ПО), K-Lite Codec Pack (свободно распространяемое ПО), FAR Manager (свободно распространяемое ПО), Rocky DEM (лицензионное ПО), Ansys (лицензионное ПО).

*Ауд. 3309 (УЦ. 1)- 16 посадочных мест*

Стол Solos ASSMANN Тип 2 - 10 шт., компьютерное кресло 7873 A2S оранжевое - 18 шт., рабочая станция Forsite 350D - 18 шт., монитор Dell SE2719HP - 19 шт., лазерный принтер Xerox VersaLink B-400 - 1 шт., мобильный интерактивный комплекс ПУАМА - 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 8 Professional, Microsoft Office 2007 Professional Plus, Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security, 7-zip (свободно распространяемое ПО), Foxit Reader (свободно распространяемое ПО), SeaMonkey (свободно распространяемое ПО), Chromium (свободно распространяемое ПО), Java Runtime Environment (свободно распространяемое ПО), doPDF (свободно распространяемое ПО), GNU Image Manipulation Program (свободно распространяемое ПО), Inkscape (свободно распространяемое ПО), XnView (свободно распространяемое ПО), K-Lite Codec Pack (свободно распространяемое ПО), FAR Manager (свободно распространяемое ПО), Rocky DEM (лицензионное ПО), Ansys (лицензионное ПО).

### **8.2. Помещения для самостоятельной работы :**

*32 посадочных места*

Стол письменный - 17 шт., стул аудиторный - 32 шт., кресло аудиторное - 1 шт., трибуна настольная - 1 шт., доска настенная - 1 шт., плакат - 6 шт.

Перекатная мультимедийная установка (ноутбук Acer Aspire7720 (Intel(R) Core (TM)2 Duo CPU T7700 2.40GHz 2 ГБ); мышь проводная Genius Laser; проектор DLP Texas Instruments VLT XD600LP; стойка передвижная металлическая многоярусная).

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows Pro 7 RUS, Microsoft Office Std 2007 RUS, Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security, 7-zip (свободно распространяемое ПО), Foxit Reader (свободно распространяемое ПО), Sea Monkey (свободно распространяемое ПО), Chromium (свободно распространяемое ПО), Java 8 Runtime Environment (свободно распространяемое ПО), do PDF (свободно распространяемое ПО), GNU Image Manipulation Program (свободно распространяемое ПО), Inkscape (свободно распространяемое ПО), Xn View (свободно распространяемое ПО), K-Lite Codec Pack (свободно распространяемое ПО), FAR Manager (свободно распространяемое ПО).

*30 посадочных мест*

Стол письменный - 16 шт., стул аудиторный - 30 шт., кресло аудиторное - 1 шт., трибуна настольная - 1 шт., доска настенная - 1 шт., плакаты - 5 шт.

Перекатная мультимедийная установка (ноутбук Acer Aspire7720 (Intel(R) Core (TM)2 Duo CPU T7700 2.40GHz 2 ГБ); мышь проводная Genius Laser; проектор DLP Texas Instruments VLT XD600LP; стойка передвижная металлическая многоярусная).

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows Pro 7 RUS, Microsoft Office Std 2007 RUS, Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security, 7-zip (свободно распространяемое ПО), Foxit Reader (свободно распространяемое ПО), Sea Monkey (свободно распространяемое ПО), Chromium (свободно распространяемое ПО), Java 8 Runtime Environment (свободно распространяемое ПО), do PDF (свободно распространяемое ПО), GNU Image Manipulation Program (свободно распространяемое ПО), Inkscape (свободно распространяемое ПО), Xn View (свободно распространяемое ПО), K-Lite Codec Pack (свободно распространяемое ПО), FAR Manager (свободно распространяемое ПО).

#### *28 посадочных мест*

Стол письменный - 15 шт., стул аудиторный - 28 шт., кресло аудиторное - 1 шт., трибуна настольная - 1 шт., доска настенная - 1 шт., плакат - 5 шт.

Перекатная мультимедийная установка (ноутбук Acer Aspire7720 (Intel(R) Core (TM)2 Duo CPU T7700 2.40GHz 2 ГБ); мышь проводная Genius Laser; проектор DLP Texas Instruments VLT XD600LP; стойка передвижная металлическая многоярусная).

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows Pro 7 RUS, Microsoft Office Std 2007 RUS, Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security, 7-zip (свободно распространяемое ПО), Foxit Reader (свободно распространяемое ПО), Sea Monkey (свободно распространяемое ПО), Chromium (свободно распространяемое ПО), Java 8 Runtime Environment (свободно распространяемое ПО), do PDF (свободно распространяемое ПО), GNU Image Manipulation Program (свободно распространяемое ПО), Inkscape (свободно распространяемое ПО), Xn View (свободно распространяемое ПО), K-Lite Codec Pack (свободно распространяемое ПО), FAR Manager (свободно распространяемое ПО).

## **8.2. Помещения для самостоятельной работы**

1. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 13 посадочных мест. Стул - 25 шт., стол - 2 шт., стол компьютерный - 13 шт., шкаф - 2 шт., доска аудиторная маркерная - 1 шт., АРМ учебное ПК (монитор + системный блок) - 14 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional, Microsoft Office 2007 Professional Plus, антивирусное программное обеспечение: Kaspersky Endpoint Security, 7-zip (свободно распространяемое ПО), Foxit Reader (свободно распространяемое ПО), Foxit Reader (свободно распространяемое ПО), SeaMonkey (свободно распространяемое ПО), Chromium (свободно распространяемое ПО), Java Runtime Environment (свободно распространяемое ПО), doPDF (свободно распространяемое ПО), GNU Image Manipulation Program (свободно распространяемое ПО), Inkscape (свободно распространяемое ПО), XnView (свободно распространяемое ПО), K-Lite Codec Pack (свободно распространяемое ПО), FAR Manager (свободно распространяемое ПО).

2. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 17 посадочных мест. Доска для письма маркером - 1 шт., рабочие места студентов, оборудованные ПК с доступом в сеть Университета - 17 шт., мультимедийный проектор - 1 шт., АРМ преподавателя для работы с мультимедиа - 1 шт. (системный блок, мониторы - 2 шт.), стол - 18 шт., стул - 18 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional, Microsoft Office 2007 Professional Plus, антивирусное программное обеспечение: Kaspersky Endpoint Security, 7-zip (свободно распространяемое ПО), Foxit Reader (свободно распространяемое ПО), Foxit Reader (свободно распространяемое ПО), SeaMonkey (свободно распространяемое ПО), Chromium (свободно распространяемое ПО), Java Runtime Environment (свободно распространяемое ПО), doPDF (свободно распространяемое ПО), GNU Image Manipulation Program (свободно распространяемое ПО), Inkscape (свободно распространяемое ПО), XnView (свободно распространяемое ПО), K-Lite Codec Pack (свободно распространяемое ПО), FAR Manager (свободно распространяемое ПО).

3. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 16 посадочных мест. Стол компьютерный для студентов (тип 4) - 3 шт., стол компьютерный для студентов (тип 6) - 2 шт., стол компьютерный для студентов (тип 7) - 1 шт., кресло преподавателя (сетка, цвет черный) - 17 шт., доска напольная мобильная белая магнитно-маркерная «Magnetoplan» 1800мм\*1200мм - 1 шт., моноблок Lenovo M93Z Intel Q87 - 17 шт., плакат - 5 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional, Microsoft Office 2007 Professional Plus, CorelDRAW Graphics Suite X5, Autodesk product: Building Design Suite Ultimate 2016, product Key: 766H1, антивирусное программное обеспечение: Kaspersky Endpoint Security, 7-zip (свободно распространяемое ПО), Foxit Reader (свободно распространяемое ПО), Foxit Reader (свободно распространяемое ПО), SeaMonkey (свободно распространяемое ПО), Chromium (свободно распространяемое ПО), Java Runtime Environment (свободно распространяемое ПО), doPDF (свободно распространяемое ПО), GNU Image Manipulation Program (свободно распространяемое ПО), Inkscape (свободно распространяемое ПО), XnView (свободно распространяемое ПО), K-Lite Codec Pack (свободно распространяемое ПО), FAR Manager (свободно распространяемое ПО), Cisco Packet Tracer 7.1 (свободно распространяемое ПО), Quantum GIS (свободно распространяемое ПО), Python (свободно распространяемое ПО), R (свободно распространяемое ПО), Rstudio (свободно распространяемое ПО), SMath Studio (свободно распространяемое ПО), GNU Octave (свободно распространяемое ПО), Scilab (свободно распространяемое ПО).

#### 4. Читальные залы:

Оснащенность: компьютерное кресло 7875 A2S - 35 шт., стол компьютерный - 11 шт., моноблок Lenovo 20 HD - 16 шт., доска настенная белая - 1 шт., монитор ЖК Philips - 1 шт., монитор HP L1530 15tft - 1 шт., сканер Epson Perf.3490 Photo - 2 шт., системный блок HP6000 - 2 шт.; стеллаж открытый - 18 шт., микрофон Д-880 с 071с.ч. - 2 шт., книжный шкаф - 15 шт., парта - 36 шт., стул - 40 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Автоматизированная информационно-библиотечная система (АИБС); MARK-SQL, Ирбис, доступ в Интернет; Microsoft Windows 7 Professional; Microsoft Office 2007 Professional Plus; Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security.

#### 5. Читальный зал:

Оснащенность: аппарат Xerox W. Centre 5230- 1 шт., жанер K. Filem - 1 шт., копировальный аппарат - 1 шт., кресло - 521AF-1 шт., монитор ЖК HP22 - 1 шт., монитор ЖК S.17 - 11 шт., принтер HP L/Jet - 1 шт., ^ст^емный блок HP6000 Pro - 1 шт., ^ст^емный блок Ramec S. E4300 - 10 шт., сканер Epson V350 - 5 шт., сканер Epson 3490 - 5 шт., стол 160\*80\*72 - 1 шт., стул 525 BFH030 - 12 шт., шкаф каталожный - 20 шт., стул «Кодоба» -22 шт., стол 80\*55\*72 - 10 шт.

#### 6. Читальный зал:

Оснащенность: книжный шкаф 1000\*3300\*400-17 шт., стол, 400\*180 Титаник «Рисо» - 1 шт., стол письменный с тумбой - 37 шт., кресло «Cannes» черное - 42 шт., кресло (кремовое) - 37 шт., телевизор 3DTV Samsung UE85S9AT - 1 шт., Монитор Benq 24 - 18 шт., цифровой ИК-трансивер TAIDEN - 1 шт., пульт для презентаций R700-1 шт., моноблок Lenovo 20 HD - 19 шт., сканер Xerox 7600 - 4шт. Перечень лицензионного программного обеспечения: Автоматизированная информационно-библиотечная система (АИБС); MARK-SQL, Ирбис, доступ в Интернет; Microsoft Windows 7 Professional; Microsoft Office 2007 Professional Plus; Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security.

### **8.3. Помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования:**

#### 1. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: персональный компьютер - 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор - 4 шт., сетевой накопитель - 1 шт., источник бесперебойного питания - 2 шт., телевизор плазменный Panasonic - 1 шт., точка Wi-Fi - 1 шт., паяльная станция - 2 шт., дрель - 5 шт., перфоратор - 3 шт., набор инструмента - 4 шт., тестер компьютерной сети - 3 шт., баллон со сжатым газом - 1 шт., паста



теплопроводная - 1 шт., пылесос - 1 шт., радиостанция - 2 шт., стол - 4 шт., тумба на колесиках - 1 шт., подставка на колесиках - 1 шт., шкаф - 5 шт., кресло - 2 шт., лестница Alve - 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional, Microsoft Office 2010 Professional Plus, антивирусное программное обеспечение: Kaspersky Endpoint Security, 7-zip (свободно распространяемое ПО), Foxit Reader (свободно распространяемое ПО), Foxit Reader (свободно распространяемое ПО), SeaMonkey (свободно распространяемое ПО), Chromium (свободно распространяемое ПО), Java Runtime Environment (свободно распространяемое ПО), doPDF (свободно распространяемое ПО), GNU Image Manipulation Program (свободно распространяемое ПО), Inkscape (свободно распространяемое ПО), XnView (свободно распространяемое ПО), K-Lite Codec Pack (свободно распространяемое ПО), FAR Manager (свободно распространяемое ПО).

2. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: стол - 5 шт., стул - 2 шт., кресло - 2 шт., шкаф - 2 шт., персональный компьютер - 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор - 2 шт., МФУ - 1 шт., тестер компьютерной сети - 1 шт., баллон со сжатым газом - 1 шт., шуруповерт - 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows XP Professional, Microsoft Windows 7 Professional, Microsoft Office 2007 Professional Plus, антивирусное программное обеспечение: Kaspersky Endpoint Security, 7-zip (свободно распространяемое ПО), Foxit Reader (свободно распространяемое ПО), Foxit Reader (свободно распространяемое ПО), SeaMonkey (свободно распространяемое ПО), Chromium (свободно распространяемое ПО), Java Runtime Environment (свободно распространяемое ПО), doPDF (свободно распространяемое ПО), GNU Image Manipulation Program (свободно распространяемое ПО), Inkscape (свободно распространяемое ПО), XnView (свободно распространяемое ПО), K-Lite Codec Pack (свободно распространяемое ПО), FAR Manager (свободно распространяемое ПО).

3. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: стол - 2 шт., стул - 4 шт., кресло - 1 шт., шкаф - 2 шт., персональный компьютер - 1 шт. (доступ к сети «Интернет»), веб-камера Logitech HD C510 - 1 шт., колонки Logitech - 1 шт., тестер компьютерной сети - 1 шт., дрель - 1 шт., телефон - 1 шт., набор ручных инструментов - 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional, Microsoft Office 2007 Professional Plus, антивирусное программное обеспечение: Kaspersky Endpoint Security, 7-zip (свободно распространяемое ПО), Foxit Reader (свободно распространяемое ПО), Foxit Reader (свободно распространяемое ПО), SeaMonkey (свободно распространяемое ПО), Chromium (свободно распространяемое ПО), Java Runtime Environment (свободно распространяемое ПО), doPDF (свободно распространяемое ПО), GNU Image Manipulation Program (свободно распространяемое ПО), Inkscape (свободно распространяемое ПО), XnView (свободно распространяемое ПО), K-Lite Codec Pack (свободно распространяемое ПО), FAR Manager (свободно распространяемое ПО).

#### **8.4. Лицензионное программное обеспечение:**

1. Microsoft Windows 7 Professional.
2. Microsoft Windows 8 Professional.
3. Microsoft Office 2007 Professional Plus.
4. Rocky DEM.
5. Ansys.