

**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**  
доцент **А.В. Козлов**

---

**Проректор по образовательной**  
**деятельности**  
**Д.Г. Петраков**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

***МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ***  
***В ГЕОЛОГИИ***

<b>Уровень высшего образования:</b>	Специалитет
<b>Специальность:</b>	21.05.02 Прикладная геология
<b>Специализация:</b>	Геологическая съемка, поиски и разведка месторождений твердых полезных ископаемых
<b>Квалификация выпускника:</b>	горный инженер - геолог
<b>Форма обучения:</b>	очная
<b>Составитель:</b>	доцент Я.Ю. Бушуев

Санкт-Петербург

**Рабочая программа дисциплины «Математические методы моделирования в геологии»**  
разработана:

- в соответствии с требованиями ФГОС ВО – специалитет по специальности «21.05.02 Прикладная геология», утвержденного приказом Минобрнауки России № 953 от 12.08.2020 г.;

- на основании учебного плана специалитета по специальности «21.05.02 Прикладная геология» специализация «Геологическая съемка, поиски и разведка месторождений твердых полезных ископаемых».

Составитель \_\_\_\_\_ к.г.-м.н., доцент Бушуев Я.Ю.

**Рабочая программа рассмотрена и одобрена** на заседании кафедры геологии и разведки месторождений полезных ископаемых от 09.02.2021 г., протокол № 8.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ д.г.-м.н. Козлов А.В.

**Рабочая программа согласована:**

Начальник отдела лицензирования, аккредитации и контроля качества образования \_\_\_\_\_ Ю.А. Дубровская

Начальник отдела методического обеспечения учебного процесса \_\_\_\_\_ А.Ю. Романчиков

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Важной составной частью любого геологического исследования является вывод количественных закономерностей, характеризующих изучаемый объект земной коры. Многие природные явления настолько сложны, что не поддаются строгому физико-химическому анализу. Для их описания используют математические модели, позволяющие оценивать усредненные значения геологических свойств, выявлять корреляции между признаками, сравнивать объекты друг с другом, выявлять вероятные причины геологической изменчивости, строить карты и так далее.

**Цель** дисциплины – познакомить студентов с теоретическими основами математического моделирования и дать им представление о методах математического моделирования, в том числе геостатистики, которые используются в геологической практике.

**Задачи** дисциплины: научить студентов самостоятельно выполнять расчёты, оценивать качество построенных моделей и интерпретировать полученные результаты; дать им навыки работы с компьютерными программами, предназначенными для решения поставленных задач.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Математические методы моделирования в геологии» относится к обязательной части основной профессиональной образовательной программы по специальности «21.05.02 Прикладная геология» специализация «Геологическая съёмка, поиски и разведка месторождений твердых полезных ископаемых» и изучается в 7,8 семестрах.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Математические методы моделирования в геологии» являются «Статистические методы в геологоразведочной практике», «Геоинформационные системы», «Компьютерные технологии моделирования геологической среды», «Высшая математика», «Введение в информационные технологии».

Дисциплина «Математические методы моделирования в геологии» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Компьютерные технологии подсчёта запасов твердых полезных ископаемых», «Разведка и геолого-экономическая оценка полезных ископаемых».

Особенностью дисциплины является применение строгих математических алгоритмов к сложно формализуемым геологическим объектам.

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

Процесс изучения дисциплины «Математические методы моделирования в геологии» направлен на формирование следующих компетенций:

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
Способен работать с программным обеспечением общего, специального назначения, в том числе моделировать горные и геологические объекты	ОПК-6	ОПК-6.1. Знать современные программные обеспечения общего, специального назначения (в том числе программы математического моделирования, цифровой обработки информации, средств трехмерной визуализации полученных результатов)
		ОПК-6.2. Уметь работать с программным обеспечением общего, специального назначения

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
		ОПК-6.3. Владеть навыками работы с программным обеспечением общего, специального назначения
Анализ и моделирование геологических объектов с использованием стандартных пакетов автоматизированного проектирования	ПКС-3	ПКС-3.1. Знать основные законы распределения случайных величин; основные статистические методы анализа случайных величин; главные разновидности математических моделей пространственных переменных; основные методы интерполяции количественных геологических параметров.
		ПКС-3.2. Уметь работать в стандартных компьютерных программах, используемых для анализа данных и моделирования геологических объектов, рассчитывать числовые характеристики моделей, проверять статистические гипотезы, строить диаграммы, проводить математическую обработку пространственных переменных.
		ПКС-3.3. Владеть навыками моделирования геологических объектов, проектирования геологоразведочных выработок и подсчета запасов с использованием современных информационных технологий.

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Общая трудоёмкость учебной дисциплины составляет 4 зачётных единицы, 144 ак. часа.

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак. часы по семестрам	
		7	8
<b>Аудиторная работа, в том числе:</b>	<b>68</b>	<b>68</b>	<b>-</b>
Лекции (Л)	34	34	-
Практические занятия (ПЗ)	34	34	-
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-
<b>Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе:</b>	<b>40</b>	<b>4</b>	<b>36</b>
Подготовка к практическим занятиям / семинарам	4	4	-
Выполнение курсовой работы	20	-	20
Аналитический информационный поиск	16	-	16
<b>Промежуточная аттестация</b>	<b>Э(36), КР</b>	<b>Э(36)</b>	<b>КР</b>
<b>Общая трудоёмкость дисциплины</b>			
<b>ак. час.</b>	<b>144</b>	<b>108</b>	<b>36</b>
<b>зач. ед.</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>1</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				
	Всего ак. часов	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа студента, в том числе курсовая работа
Раздел 1 «Введение. Пространственные переменные. Элементы статистики»	14	6	3	-	5
Раздел 2 «Базы исходных данных для математического моделирования пространственных переменных»	17	4	3	-	10
Раздел 3 «Математическое моделирование пространственных закономерностей»	36	16	10	-	10
Раздел 4 «Компьютерное моделирование месторождений»	22	2	10	-	10
Раздел 5 «Распознавание образов»	19	6	8	-	5
<b>Итого:</b>	<b>108</b>	<b>34</b>	<b>34</b>	<b>-</b>	<b>40</b>

#### 4.2.2. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
1.	Введение. Пространственные переменные. Элементы статистики	Цели и задачи дисциплины. Историческая справка. Назначение и области применения математических методов. Геологические объекты и их свойства. Понятие «пространственной переменной» и «поля пространственных переменных». Свойства геологических объектов как пространственные переменные. Дискретный характер наблюдений. Геометрические параметры сети и области измерения. Виды сетей. Регулярные и нерегулярные сети опробования. Проверка гипотезы о равномерности сети наблюдений. Случайная величина, ее математическое ожидание, дисперсия и их свойства. Ковариационная функция и ее свойства. Связь ковариационной функции и дисперсии. Линейная комбинация произвольного числа случайных величин. Дисперсия линейной комбинации случайных величин и ее различные представления. Пуассонова случайная величина, ее математическое ожидание, дисперсия и смысл параметра распределения	6
2.	Базы исходных данных для математического моделирования пространственных переменных	Исходные данные для математического моделирования пространственных переменных. Базы (банки) данных, необходимые для изучения пространственных закономерностей, формы их представления. Поля и записи. База (банк) данных расположения поисковых и разведочных выработок (скважин, горных выработок). База (банк) искривлений разведочных выработок. База (банк) опробования. База (банк) данных геологической	4

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
		документации. Обязательные поля баз данных. Преобразование баз (банков) данных для математического моделирования	
3.	Математическое моделирование пространственных закономерностей	<p>Основные виды математических моделей пространственных переменных. Детерминированные, вероятностные и геостатистические модели. Детерминированные модели. Модель линейной интерполяции. Полиномиальная модель. Модель обратных расстояний. Сплайн-модель. Вероятностные модели. Случайная функция. Тренд-модель. Модель со сглаживанием наблюдений. Разностные модели. Модели на основе случайной функции. Пространственно распределенная случайная функция. Представление пространственной переменной как реализации случайной функции. Переменные, которые могут быть смоделированы случайными функциями. Гипотеза стационарности и ее физическое обоснование. Модели периодической переменной.</p> <p>Геостатистические модели. Ковариограмма, ее свойства и график. Полувариограмма, ее свойства и график. Связь ковариограммы и полувариограммы. Порог вариограммы, радиус автокорреляции и зона влияния пробы. Влияние дискретности среды геологического пространства. Эффект самородков. Вид вариограммы с учетом дискретности среды. Методика построения эмпирической вариограммы. Векторный характер вариограммы. Неориентированные и ориентированные вариограммы. Изучение анизотропии геологических объектов. Эллиптический, зональный (геометрический) и смешанный типы анизотропии.</p> <p>Вариограмма нестационарной переменной. Влияние тренда на вариограмму. Удаление тренда по методу наименьших квадратов. Построение вариограммы без учета тренда.</p> <p>Влияние периодической изменчивости на вариограмму. Эффект включений. Удаление периодической изменчивости. Построение вариограммы без учета периодической изменчивости. Влияние размера области наблюдений на параметры вариограммы.</p> <p>Понятие об эмпирической и теоретической вариограмме. Аппроксимация вариограммы. Основные виды геостатистических моделей (виды теоретических вариограмм): эффект самородков, сферическая, квадратичная, круговая, линейная, гауссова, экспоненциальная. Допустимые модели.</p> <p>Непротиворечивость геостатистической модели в пространстве данного числа измерений.</p> <p>Происхождение термина. Кригинг как метод интерполяции параметров оруденения в геологическом пространстве. Область использования кригинга. Виды кригинга.</p> <p>Обычный кригинг. Вид оценивающей функции. Эффективность оценки. Две формы основного уравнения обычного кригинга.</p>	16

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
		Простой кригинг. Вид оценивающей функции. Эффективность оценки. Основная система уравнения простого кригинга. Кригинг в анизотропной среде. Учет анизотропии при прогнозировании значений пространственной переменной. Простейший точечный кригинг. Прогнозирование на площади с помощью кригинга. Прогнозирование в объеме с помощью кригинга. Универсальный кригинг. Индикаторный кригинг.	
4.	Компьютерное моделирование месторождений	Знакомство с программным пакетом Micromine: импорт аналитических и графических данных, проверка базы данных, статистический анализ данных, визуализация данных, создание композитных проб, построение разрезов, построение каркасной модели геостатистический анализ.	2
5.	Распознавание образов	Понятие о распознавании образов. Способы выбора наиболее информативных свойств для распознавания образов. Методы распознавания образов. Дискриминантный анализ. Метод линейной дискриминантной функции. Дискриминантное уравнение и дискриминантный индекс. Геометрическая интерпретация задачи. Применение дискриминантного анализа для выделения перспективных геологических объектов. Пример расчета дискриминантного уравнения.	6
<b>Итого:</b>			<b>34</b>

#### 4.2.3. Практические занятия

№ п/п	Разделы	Тематика практических занятий	Трудоемкость в ак. часах
1	Раздел 1	Использование программных пакетов Excel, STATISTICA, для расчёта статистических параметров, ковариаций, построения диаграмм	2
2	Раздел 2	Подготовка баз данных для математического моделирования. Аналитическая и графическая информация	2
3	Разделы 2, 4	Импорт базы геологоразведочных данных. Автоматическая проверка базы данных, исправление ошибок и ввод дополнительной информации	2
4	Раздел 4	Визуализация базы данных. Построение регулярных сеток. Построение цифровых моделей поверхностей методом триангуляции Делоне. Создание набора цветов	2
5	Разделы 1, 4	Статистический анализ в пакете MICROMINE. Расчёт координат интервалов опробования. Создание рудных интервалов (композитов) по кондициям	2
6	Разделы 3, 4	Построение разрезов. Оконтуривание рудных тел	2
7	Разделы 3, 4	Объёмное каркасное моделирование рудных тел. Пересечение каркасных моделей. Оценка объёмов и полигональная оценка запасов	2
8	Разделы 1, 3, 4	Подавление ураганных содержаний. Анализ, контроль и группировка исходной информации для геостатистического анализа (статистика, выделение однородных совокупностей (доменов))	2

№ п/п	Разделы	Тематика практических занятий	Трудоемкость в ак. часах
9	Разделы 3, 4	Геостатистический анализ. Вычисление вариограмм по эмпирическим данным и подбор теоретической модели в программном пакете Micromine	4
10	Разделы 3, 4	Проверка надежности вариограммных моделей (кросс-валидация) в программном пакете Micromine	2
11	Раздел 3	Знакомство с интерполяцией методом обратных расстояний.	2
12	Раздел 5	Методы распознавания образов и расчета информативности признаков.	4
13	Раздел 5	Дискриминантный анализ	4
<b>Итого:</b>			<b>34</b>

#### 4.2.4. Лабораторные работы

Лабораторные работы не предусмотрены.

#### 4.2.5. Курсовые работы

Типовое задание включает название темы «*Моделирование рудных тел (рудного тела, участка и т.п.) месторождения (название месторождения)*», исходные данные для построения, расчётов и моделирования, а также дополнительные указания к методике выполнения курсовой работы. При наличии у студента достаточных для моделирования месторождения данных, задание может быть сформулировано с учётом этих материалов.

### 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.

**Курсовая работа** позволяет обучающимся развить навыки научного поиска.

### 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. Пространственные переменные. Элементы статистики



1. Особенность геологических объектов и процессов как предметов математического моделирования.
2. Пространственная переменная
3. Параметры сетей геологоразведочных выработок
4. Основные понятия статистики.
5. Пуассонова случайная величина.

## **Раздел 2. Базы исходных данных для математического моделирования пространственных переменных**

1. Исходные данные для математического моделирования пространственных переменных.
2. Проходка и опробование горных выработок и скважин.
3. Документация геологоразведочных выработок.
4. Инклинометрия.
5. Преобразование баз (банков) данных для математического моделирования.

## **Раздел 3. Математическое моделирование пространственных закономерностей**

1. Виды математических моделей пространственных переменных
2. Детерминированные модели.
3. Сплайн-модель.
4. Геостатистические модели
5. Кригинг.

## **Раздел 4. Компьютерное моделирование месторождений**

1. Наиболее распространённые программы для моделирования месторождений.
2. Программный пакет Micromine.
3. Визуализация данных в Micromine
4. Статистический анализ в Micromine.
5. Каркасное моделирование в Micromine.

## **Раздел 5. Распознавание образов**

1. Образы в геологии.
2. Выбор наиболее информативных свойств.
3. Дискриминантный анализ.
4. Геометрическая интерпретация задачи распознавания образов.
5. Примеры распознавания образов в геологии.

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

#### ***6.2.1. Примерный перечень вопросов к экзамену (по дисциплине):***

1. Что такое пространственная переменная?
2. Привести пример пространственных переменных в геологии.
3. Какие параметры есть у геологоразведочной сети?
4. От каких факторов зависят параметры разведочной сети?
5. Группировка месторождений по степени сложности?
6. Какой статистический параметр используется при определении группы сложности месторождения?
7. Кем предложен термин кригинг?
8. Как рассчитать коэффициент вариации?
9. В чем различие детерминированных моделей от вероятностных?
10. Какой существенный недостаток имеется в полиномиальной модели?
11. Какой существенный недостаток имеется в модели обратных расстояний?
12. В чём сущность модели обратных расстояний?
13. Граничные условия сплайн-модели.
14. Что такое радиус автокорреляции?
15. Что такое эффект самородков? Каковы возможные причины его появления?
16. Преимущества и недостатки линейной интерполяции?
17. Первичные базы данных
18. Вторичные базы данных?

19. Отличие корреляции от автокорреляции?
21. Что такое разрешённая модель вариограммы?
23. Что такое кригинг?
24. Что такое зона влияния вариограммы?
25. Зачем нужна теоретическая вариограмма?
26. Что такое «скользящее окно»?
27. Для чего применяются треугольники Делоне?
28. В чем отличие каркасной модели от блочной?
29. Минимально необходимый набор данных для создания траекторий скважин в программе Micromine?
30. Примеры использования математических методов в геологии.
31. Ограничения в использовании методов математического моделирования в геологии?

### 6.2.2. Примерные тестовые задания к экзамену

#### Вариант I:

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1.	Какой параметр может выступать в роли пространственной переменной?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Средний размер зёрен</li> <li>2. Мощность вскрыши</li> <li>3. Разведочные выработки</li> <li>4. Зависимость плотности руды от ее состава</li> </ol>
2.	При увеличении размера области наблюдения:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. уменьшается дисперсия изучаемых величин</li> <li>2. увеличивается дисперсия изучаемых величин</li> <li>3. уменьшается среднее арифметическое изучаемых величин</li> <li>4. увеличивается среднее арифметическое изучаемых величин</li> </ol>
3.	Ориентировка области измерений имеет значение:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. при изучении изотропных геологических объектов</li> <li>2. при изучении анизотропных геологических объектов</li> <li>3. при изучении крупных геологических объектов</li> <li>4. при изучении мелких геологических объектов</li> </ol>
4.	Что такое шаг измерений?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Расстояние между скважинами, встретившими руду</li> <li>2. Расстояние между рудными столбами</li> <li>3. Расстояние между пунктами наблюдений</li> <li>4. Значения параметра в пунктах наблюдений</li> </ol>
5.	Сколько выделяют групп месторождений по сложности строения?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 3</li> <li>2. 4</li> <li>3. 5</li> <li>4. 6</li> </ol>
6.	Величина, которая всякий раз принимает в эксперименте наперёд неизвестное значение, зависящее от заранее не учитываемых причин – это	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. неизвестная величина</li> <li>2. случайная величина</li> <li>3. переменная величина</li> <li>4. изучаемая величина</li> </ol>
7.	Дисперсия измеряется	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. в единицах измерения случайной величины</li> <li>2. в долях единицы</li> <li>3. в процентах</li> <li>4. в квадратах единиц измерения случайной величины</li> </ol>
8.	Математическое ожидание произведения отклонений случайных величин от их собственных математических ожиданий –	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. дисперсия</li> <li>2. ковариация</li> <li>3. среднее арифметическое</li> <li>4. линейная комбинация случайных величин</li> </ol>

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
9.	К какому типу относится линейная интерполяционная модель?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Случайные модели</li> <li>2. Вероятностные модели</li> <li>3. Геостатистические модели</li> <li>4. Детерминированные модели</li> </ol>
10.	Полиномиальное уравнение строится с помощью метода:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. линейной интерполяции</li> <li>2. кригинга</li> <li>3. обратных расстояний</li> <li>4. наименьших квадратов</li> </ol>
11.	К какому типу относится модель случайных функций?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Случайные модели</li> <li>2. Линейные модели</li> <li>3. Детерминированные модели</li> <li>4. Вероятностные модели</li> </ol>
12.	Что такое сплайн?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Полином третьего порядка</li> <li>2. Кусочно-непрерывная гладкая функция</li> <li>3. Аппроксимация вариограммы</li> <li>4. Характеристика случайной функции</li> </ol>
13.	С помощью какой функции можно провести плавную геологическую границу по ряду точек?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Полином</li> <li>2. Отрезками прямой линии</li> <li>3. Скользящим сплайном</li> <li>4. Отрезками синусоиды</li> </ol>
14.	Функция неслучайного аргумента, при его каждом фиксированном значении являющаяся случайной величиной – это	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. функция распределения</li> <li>2. пространственно распределенная функция</li> <li>3. стационарная функция</li> <li>4. случайная функция</li> </ol>
15.	Чем отличается нестационарная случайная функция от стационарной?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Количеством характеристик</li> <li>2. Непостоянным математическим ожиданием</li> <li>3. Шагом наблюдений</li> <li>4. Наличием вариограммы</li> </ol>
16.	Каким методом можно установить анизотропию геологических тел?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. По форме рудных тел</li> <li>2. По расположению пунктов наблюдений</li> <li>3. Изучить радиус автокорреляции по различным направлениям</li> <li>4. Путем проведения специальных наблюдений</li> </ol>
17.	Автоковариация с шагом 0 равна:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. дисперсии ряда наблюдений</li> <li>2. среднему значению ряда наблюдений</li> <li>3. 0</li> <li>4. 1</li> </ol>
18.	Полувариограмма для стационарных переменных на расстоянии больше зоны влияния равна...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Нулю</li> <li>2. Математическому ожиданию</li> <li>3. Половине дисперсии</li> <li>4. Дисперсии</li> </ol>
19.	Когда нельзя применять вариограмму?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. В рудном теле наблюдается анизотропия оруденения</li> <li>2. Изменчивость оруденения изотропна</li> <li>3. Сеть наблюдений меньше радиуса автокорреляции</li> <li>4. В рудном теле имеются крупные разрывные нарушения</li> </ol>
20.	В чем суть гармонического анализа ряда наблюдений?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Разложение ряда наблюдений на сумму синусоид с максимальной амплитудой</li> <li>2. Аппроксимация ряда наблюдений одной синусоидой с максимальной амплитудой</li> <li>3. Нахождение амплитуд синусоид</li> <li>4. Нахождение дисперсий синусоид</li> </ol>

**Вариант II:**

<b>№ п/п</b>	<b>Вопрос</b>	<b>Варианты ответа</b>
1.	Какой параметр может выступать в роли пространственной переменной?	1. Расстояние между скважинами 2. Средний состав руды 3. Размеры рудного тела 4. Относительные отметки кровли рудного тела
2.	Закономерная изменчивость...	1. позволяет выявить промышленное месторождение 2. позволяет установить генетический тип месторождения 3. позволяет прогнозировать значения геолого-промышленных параметров между выработками и за их пределами 4. не имеет значения при прогнозировании величин геолого-промышленных параметров между выработками
3.	Обычно стараются линейные пробы располагать по направлению:	1. простирания 2. наименьшей изменчивости свойств 3. наибольшей изменчивости свойств 4. вдоль стенок горных выработок
4.	Что такое плотность сети наблюдений?	1. Расстояние между пунктами наблюдения 2. Количество наблюдений на единицу площади 3. Расстояния между линиями 4. Форма ячейки разведочной сети
5.	Что теоретически остаётся неизменным при перемещении сети наблюдений?	1. Средний квадрат разности значений между соседними пунктами наблюдений 2. Расположение разведочных пересечений 3. Результаты опробования 4. Мощность рудных тел
6.	Каждое конкретное значение случайной величины в эксперименте...	1. может быть рассчитано заранее по соответствующим формулам 2. может быть рассчитано заранее на основании предшествующего опыта 3. может быть рассчитано заранее на основании предшествующих значений этой случайной величины 4. не может быть рассчитано заранее на основании предшествующих значений этой случайной величины
7.	Стандартное отклонение измеряется:	1. в единицах измерения случайной величины 2. в долях единицы 3. в процентах 4. в квадратах единиц измерения случайной величины
8.	Дисперсия ряда, состоящего из одинаковых значений случайной величины, равна:	1. этому постоянному значению 2. бесконечности 3. единице 4. нулю
9.	К какому типу относится полиномиальная модель?	1. Случайные модели 2. Вероятностные модели 3. Детерминированные модели 4. Геостатистические модели

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
10.	В чем существо линейной интерполяционной модели?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Значения свойств между пунктами наблюдения изменяются по закону параболы</li> <li>2. Интерполяция осуществляется на половину расстояния между пунктами наблюдений</li> <li>3. Значения свойств между пунктами наблюдения изменяются по закону прямой линии</li> <li>4. Используются только те пункты, которые равноудаленные друг от друга</li> </ol>
11.	К какому типу относится модель со сглаживанием наблюдений?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Случайные модели</li> <li>2. Геостатистические модели</li> <li>3. Вероятностные модели</li> <li>4. Детерминированные модели</li> </ol>
12.	Сколько приходится составлять уравнений для определения коэффициентов сплайна ( $n$ – количество пунктов наблюдений)?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>n - 1</math> уравнений</li> <li>2. <math>4n</math> уравнений</li> <li>3. <math>4(n - 1)</math> уравнений</li> <li>4. <math>n</math> уравнений</li> </ol>
13.	Кривая сплайна, определенная кубическим многочленом: $a_0 + a_1x + a_2x^2 + a_3x^3$ проводится на каждом шаге построений:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. по пяти точкам</li> <li>2. по четырём точкам</li> <li>3. по трём точкам</li> <li>4. по всем точкам наблюдения</li> </ol>
14.	Случайная функция, аргументами которой являются пространственные координаты точек – это	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. стационарная случайная функция</li> <li>2. нестационарная случайная функция</li> <li>3. функция распределения</li> <li>4. пространственно распределенная случайная функция</li> </ol>
15.	Обоснованием для выдвижения гипотезы стационарности служит:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. однородность блока земной коры и единая история его эволюции</li> <li>2. статистические расчёты</li> <li>3. одинаковая мощность всех рудных пресечений</li> <li>4. равномерность сети наблюдений</li> </ol>
16.	Что характеризует $R$ – радиус автокорреляции?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Расстояние между пунктами наблюдений</li> <li>2. Коэффициент корреляции</li> <li>3. Радиус влияния пункта наблюдения</li> <li>4. Величину максимальных случайных отклонений</li> </ol>
17.	По мере приближения точки $i+h$ к точке $i$ полувариограмма стремится к...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. дисперсии</li> <li>2. половине дисперсии</li> <li>3. математическому ожиданию</li> <li>4. нулю</li> </ol>
18.	Тип поведения вариограммы около начала, при котором график выглядит как горизонтальная линия, проходящая на уровне дисперсии:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. квадратичный</li> <li>2. линейный</li> <li>3. эффект самородка</li> <li>4. сферический</li> </ol>
19.	Зачем нужна теоретическая вариограмма?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Чтобы сгладить результаты наблюдений</li> <li>2. Чтобы представить вариограмму в наглядном виде</li> <li>3. Для составления системы уравнений кригинга</li> <li>4. Для простоты измерений</li> </ol>
20.	Критерий определения оптимального порядка тренда в случайной функции?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Минимум суммы квадратов отклонений с учетом степеней свободы</li> <li>2. Минимум случайных колебаний</li> <li>3. Минимум суммы квадратов отклонений</li> <li>4. Порядок полинома задается заранее</li> </ol>

**Вариант III:**

<b>№ п/п</b>	<b>Вопрос</b>	<b>Варианты ответа</b>
1.	Какой параметр может выступать в роли пространственной переменной?	1. Анизотропия оруденения 2. Вариограмма 3. Содержание вредного компонента 4. Дисперсия исходных данных
2.	Изменчивость геолого-промышленных параметров изучают для:	1. выбора способа разработки месторождения 2. выбора плотности и геометрии разведочной сети 3. выбора глубины отработки месторождения 4. выбора технических средств при разведке месторождения
3.	Минимально допустимый угол встречи оси скважины и рудного тела?	1. 15 2. 30 3. 45 4. 90
4.	Как найти средний шаг при неравномерной сети наблюдений?	1. Найти все расстояния между пунктами наблюдений и найти медиану расстояний 2. Взять несколько характерных пунктов наблюдения и найти среднее расстояние между ними 3. Разделить периметр объекта на количество наблюдений 4. Разделить площадь геологического объекта на число пунктов наблюдений, извлечь квадратный корень
5.	Чему равна площадь элементарной ячейки сети наблюдений?	1. Произведению шага сети на расстояние между линиями 2. Площади ближайшего района выработки 3. Площади треугольника 4. Площади трапеции
6.	Математическое ожидание квадрата отклонения случайной величины от собственного математического ожидания – это	1. Дисперсия 2. Среднее арифметическое 3. Ковариация 4. Полувариограмма
7.	Коэффициент вариации измеряется	1. В единицах измерения случайной величины 2. В долях единицы 3. В процентах 4. В квадратах единиц измерения случайной величины
8.	Найдите верное высказывание:	1. дисперсия не может быть отрицательной 2. дисперсия может быть отрицательной 3. дисперсия показывает отклонение от медианы 4. дисперсия измеряется в единицах измерения случайной величины
9.	К какому типу относится модель обратных расстояний?	1. Случайные модели 2. Детерминированные модели 3. Вероятностные модели 4. Геостатистические модели
10.	При использовании детерминированных математических моделей:	1. состояние системы в любой момент определяется только исходными данными 2. значения геолого-промышленных параметров рассматриваются как случайная функция координат 3. можно установить изменчивость зависимых случайных величин 4. можно учесть как закономерную, так и случайную изменчивость

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
11.	К какому типу относится тренд-модель?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Случайные модели</li> <li>2. Вероятностные модели</li> <li>3. Геостатистические модели</li> <li>4. Детерминированные модели</li> </ol>
12.	Полиномиальная модель хорошо работает:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. при групповом расположении точек</li> <li>2. при большом количестве точек наблюдения</li> <li>3. при небольшом количестве точек наблюдения</li> <li>4. при неравномерном расположении точек</li> </ol>
13.	Сколько приходится составлять уравнений для определения коэффициентов скользящего сплайна (количество пунктов наблюдений $n = 4$ )?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 4 уравнения</li> <li>2. 3 уравнения</li> <li>3. 16 уравнений</li> <li>4. 12 уравнений</li> </ol>
14.	Случайная функция, математическое ожидание которой постоянно при всех значениях аргумента и ковариограмма которой зависит лишь от разности аргументов – это	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. стационарная случайная функция</li> <li>2. нестационарная случайная функция</li> <li>3. пространственно распределенная функция</li> <li>4. функция распределения</li> </ol>
15.	Стационарная случайная функция применяется только:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. при отсутствии явно выраженной случайной изменчивости</li> <li>2. при отсутствии явно выраженной закономерной изменчивости</li> <li>3. когда имеется несколько рядов наблюдений за изменчивостью параметра</li> <li>4. когда имеется закономерная изменчивость</li> </ol>
16.	По мере приближения точки $i+h$ к точке $i$ ковариограмма $c(h)$ стремится к...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. дисперсии</li> <li>2. математическому ожиданию</li> <li>3. нулю</li> <li>4. половине дисперсии</li> </ol>
17.	Выберите правильное равенство:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>\gamma(h) + c(h) = \sigma^2</math></li> <li>2. <math>\gamma(h) = \sigma^2 + c(h)</math></li> <li>3. <math>c(h) = \sigma^2 + \gamma(h)</math></li> <li>4. <math>\gamma(h) = \sigma^2 + 2c(h)</math></li> </ol>
18.	Основная гипотеза геостатистики?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Измеренные значения параметров носят случайный характер</li> <li>2. В измеренных значениях имеется тренд</li> <li>3. Случайный характер измерений обусловлен случайным расположением сети наблюдений</li> <li>4. Значения параметров вариограммы не зависят от расположения пунктов наблюдений</li> </ol>
19.	Как поступать, если в исходных данных имеется тренд?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Поискать в тренде периодическую изменчивость</li> <li>2. Найти тренд и остаток от него, по которому можно рассчитать эмпирическую вариограмму</li> <li>3. Добавить тренд к исходным данным</li> <li>4. Построить график тренда</li> </ol>
20.	Что характеризует тренд?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Случайные отклонения измеряемой величины</li> <li>2. Периодические колебания случайной величины</li> <li>3. Оценку математического ожидания случайной функции</li> <li>4. Случайную функцию</li> </ol>

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

#### 6.3.1. Критерии оценок промежуточной аттестации (экзамен)

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения	Углубленный уровень освоения	Продвинутый уровень освоения
	«3» (удовлетворительно)	«4» (хорошо)	«5» (отлично)
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:**

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

**6.3.2. Описание шкалы и критериев оценивания для проведения промежуточной аттестации в форме защиты курсовой работы**

Студент выполняет курсовую работу в соответствии с графиком, принятым на заседании кафедры. Оценка может быть снижена за несоблюдение установленного кафедрой графика.

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения	Углубленный уровень освоения	Продвинутый уровень освоения
	«3» (удовлетворительно)	«4» (хорошо)	«5» (отлично)
Студент не выполнил курсовую работу в соответствии с заданием. Не владеет теоретическими знаниями по изучаемой дисциплине. Необходимые практические компетенции не сформированы	Студент выполнил курсовую работу с существенными ошибками. При защите курсового проекта демонстрирует слабую теоретическую подготовку. При решении задач, предусмотренных программой учебной дисциплины, допускает неточности, существенные ошибки	Студент выполнил курсовую работу с некоторыми незначительными ошибками и неточностями. При защите курсового проекта демонстрирует хорошую теоретическую подготовку. Хорошо справляется с решением задач, предусмотренных программой учебной дисциплины	Студент выполнил курсовую работу полностью в соответствии с заданием. При защите курсового проекта демонстрирует высокую теоретическую подготовку. Успешно справляется с решением задач, предусмотренных программой учебной дисциплины



## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 7.1. Рекомендуемая литература

#### 7.1.1. Основная литература

1. Блиновская Я.Ю. Введение в геоинформационные системы [Электронный ресурс]: учебное пособие / Я.Ю. Блиновская, Д.С. Задоя. - Электрон. дан. - М.: Форум: НИЦ Инфра-М: znanium.com, 2014. – 112 с. <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=428244>
2. Михальчук А.А. Многомерный статистический анализ эколого-геохимических измерений: учебное пособие. Часть I. Математические основы [Электронный ресурс]: учеб. пособие / А.А. Михальчук, Е.Г. Язиков. — Электрон. дан. — Томск: ТПУ: Лань, 2014. — 102 с. <https://e.lanbook.com/book/82858>
3. Михальчук А.А. Многомерный статистический анализ эколого-геохимических измерений [Электронный ресурс]: учебное пособие / А.А. Михальчук, Е.Г. Язиков. - Электрон. дан. - Томск: Издательство Томского политехнического университета: Университетская библиотека онлайн, 2015. - Ч. II. Компьютерный практикум. - 152 с. <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=442768>

#### 7.1.2. Дополнительная литература

1. Поротов Г.С. Математические методы моделирования в геологии. СПб: Изд-во Санкт-Петербургского горного института, 2006. 223 с.
2. Смоленский В.В. Статистические методы обработки экспериментальных данных. Учебное пособие. СПб.: Изд-во Санкт-Петербургского горного института, 2003. 101 с.
3. Ворошилов В.Г. Математическое моделирование в геологии. Томск: ТПУ, 2001.
4. Белонин М.Д., Голубева В.А., Скублов Г.Т. Факторный анализ в геологии. М.: Недра, 1982
5. Дэвис Дж. Статистический анализ данных в геологии. В 2 книгах / Пер. с англ. В.А. Голубевой. – М.: Недра, 1990. Книга 1 – 319 с. Книга 2 – 427 с.
6. Капутин Ю.Е. Горные компьютерные технологии и геостатистика. СПб.: Недра, 2002. 424 с.
7. Федотов Г.С., Январев Г.С. Объемное цифровое моделирование геологических тел в процессе разведки: учебное пособие — М.: Издательство «Горная книга», 2021. - 168 с.

#### 7.1.3. Учебно-методическое обеспечение

1. Методические указания к самостоятельной работе по дисциплине «Математические методы моделирования в геологии». [http://ior.spmi.ru/system/files/srs/srs\\_1542638912.pdf](http://ior.spmi.ru/system/files/srs/srs_1542638912.pdf)
2. Методические указания по выполнению курсовой работы по дисциплине «Математические методы моделирования в геологии». [http://ior.spmi.ru/system/files/kr/kr\\_1541166181.pdf](http://ior.spmi.ru/system/files/kr/kr_1541166181.pdf)
3. Методические указания для подготовки к лабораторным работам по дисциплине «Математические методы моделирования в геологии». [http://ior.spmi.ru/system/files/lp/lp\\_1542638912.pdf](http://ior.spmi.ru/system/files/lp/lp_1542638912.pdf)

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

1. Европейская цифровая библиотека Europeana: <http://www.europeana.eu/portal>
2. Информационно-издательский центр по геологии и недропользованию Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации - ООО "ГЕОИНФОРММАРК" - <http://www.geoinform.ru/>
3. Информационно-аналитический центр «Минерал» - <http://www.mineral.ru/>
4. Консультант Плюс: справочно - поисковая система [Электронный ресурс]. - [www.consultant.ru/](http://www.consultant.ru/)
5. Мировая цифровая библиотека: <http://wdl.org/ru>
6. Научная электронная библиотека «Scopus» <https://www.scopus.com>
7. Научная электронная библиотека ScienceDirect: <http://www.sciencedirect.com>
8. Научная электронная библиотека «eLIBRARY»: <https://elibrary.ru/>

9. Поисковые системы Yandex, Rambler, Yahoo и др.
10. Система ГАРАНТ: электронный периодический справочник [Электронный ресурс]  
[www.garant.ru/](http://www.garant.ru/).
11. Электронно-библиотечная система издательского центра «Лань»  
<https://e.lanbook.com/books>
12. Электронная библиотека Российской Государственной Библиотеки (РГБ):  
<http://elibrary.rsl.ru/>
13. Электронная библиотека учебников: <http://studentam.net>
14. Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ» [www.biblio-online.ru](http://www.biblio-online.ru).
15. Электронная библиотечная система «Национальный цифровой ресурс «Рукоонт»».  
<http://rucont.ru/>
16. Электронно-библиотечная система <http://www.sciteclibrary.ru/>

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

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

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

Мебель и оснащение: 36 посадочных мест, стол аудиторный - 18 шт., стол преподавательский - 1 шт., стул - 40 шт., трибуна - 1 шт., шкаф преподавателя ArtM -1 шт., видеопрезентер Elmo P-30S - 1 шт., доска интерактивная Polyvision epo 2610A -1 шт., источник бесперебойного питания Poverware 5115 75(i) - 1 шт., коммутатор Kramer VP-201 - 1 шт., компьютер CompuMir - 1 шт. с возможностью подключения к сети «Интернет», масштабатор Kramer VP-720x1 - 1 шт., микшер-усилитель Dynacord MV 506 -1 шт., монитор ЖК «17» Dell - 2 шт., мультимедиа проектор Mitsubischi XD221-ST -1 шт., пульт управления презентацией Interlink Remote Point Global Presenter - 1 шт., рекордер DVDLGHDR899 - 1 шт., усилитель-распределитель Kramer VP-200xln - 1 шт., устройство светозащитное - 3 шт., крепление SMS Projector - 1 шт., плакаты в рамках -6 шт.

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

Мебель лабораторная: стол аудиторный для студентов (Тип 1,2) Canvaro ASSMANN – 10 шт., шкафчик для раздевалки "Экспресс 5" – 4 шт.; доска магнитно-маркерная с эмалевым покрытием Magnetoplan CC 2000x1000 – 1 шт.; тканевая перегородка с рейлингом под систему навесных аксессуаров Viteco ASSMANN Тип 1 – 1 шт.; кресло компьютерное (оранжевое) – 17 шт.; жалюзи тканевые вертикальные 2100\*1830 – 2 шт. Компьютерная техника: моноблок Dell OptiPlex 5490 All-in-One – 17 шт.; принтер Xerox Phaser 4600DN – 1 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

### **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:ГК № 1464-12/10 от 15.12.10 «На поставку компьютерного оборудования» ГК № 959-09/10 от 22.09.10 «На поставку компьютерной техники» ГК № 447-06/11 от 06.06.11 «На поставку оборудования» ГК № 984-12/11 от 14.12.11 «На поставку оборудования» Договор № 1105-12/11 от 28.12.2011 «На поставку компьютерного оборудования», Договор № 1106-12/11 от 28.12.2011 «На поставку компьютерного оборудования» ГК № 671-08/12 от 20.08.2012 «На поставку продукции», Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012, Microsoft Open License 48358058 от 11.04.2011, Microsoft Open License 49487710 от 20.12.2011, Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011 . Microsoft Office 2010 Standard: Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012 , Microsoft Open License 60853086 от 31.08.2012 . Kaspersky antivirus 6.0.4.142.

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: Операционная система Microsoft Windows XP Professional ГК №797-09/09 от 14.09.09 «На поставку компьютерного оборудования». Операционная система Microsoft Windows 7 Professional Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011 . Microsoft Office 2007 Standard Microsoft Open License 42620959 от 20.08.2007 .

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×1200 мм – 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 Open License 49379550 от 29.11.2011 . Microsoft Office 2007 Professional Plus: Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010 . CorelDRAW Graphics Suite X5 Договор №559-06/10 от 15.06.2010 «На поставку программного обеспечения» . Autodesk product: Building Design Suite Ultimate 2016, product key: 766H1. 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).

### **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 (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012). Microsoft Office 2010 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012). Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17).

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 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012). Microsoft Office 2007 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010). Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17).

3. Центр новых информационных технологий и средств обучения. Оснащенность: стол – 2 шт., стулья – 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 (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 48358058 от 11.04.2011). Microsoft Office 2007 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010). Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17).

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

1. Microsoft Windows 8 Professional (договор бессрочный ГК № 875-09/13 от 30.09.2013 «На поставку компьютерной техники»).

2. Microsoft Office 2007 Standard (договор бессрочный Microsoft Open License 42620959 от 20.08.2007).

3. Microsoft Office 2010 Professional Plus (договор бессрочный Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012, договор бессрочный Microsoft Open License 47665577 от 10.11.2010, договор бессрочный Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011).

4. Программное обеспечение Micromine. Акт приемки-передачи права пользования программным обеспечением «Micromine» для моделирования месторождений полезных ископаемых в соответствии с контрактом, заключенным с компанией Micromine Pty Ltd от 10.10.2001 г., product Key:820006A1.