

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
профессор В.П. Зубов

Проректор по образовательной
деятельности
Д.Г. Петраков

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

***КОМПЬЮТЕРНОЕ ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ
ПЛАСТОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ***

Уровень высшего образования:	Специалитет
Специальность:	21.05.04 Горное дело
Направленность (профиль):	Подземная разработка пластовых месторождений
Квалификация выпускника:	горный инженер (специалист)
Форма обучения:	очная
Составитель:	доцент кафедры ГРМПИ Бушуев Яков Юрьевич

Санкт-Петербург

Рабочая программа дисциплины «Компьютерное геологическое моделирование пластовых месторождений» разработана:

- в соответствии с требованиями ФГОС ВО - специалитет по специальности «21.05.04 Горное дело», утверждённого приказом Минобрнауки России № 987 от 12.08.2020 г.;
- на основании учебного плана специалитета по специальности «21.05.04 Горное дело», направленность (профиль) «Подземная разработка пластовых месторождений».

Составитель _____ к.г.-м.н., доцент кафедры ГРМПИ
Бушуев Яков Юрьевич

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры геологии и разведки месторождений полезных ископаемых от 18.02.2022 г., протокол № 7.

Заведующий кафедрой _____ д.г.-м.н., за- Козлов
ведующий Александр
кафедрой Владимирович
ГРМПИ

Рабочая программа согласована:

Начальник управления учебно-методического обеспечения образовательного процесса _____ к.т.н. Иванова П.В.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины «Компьютерное геологическое моделирование пластовых месторождений» — формирование комплекса знаний по пластовым месторождениям как объектам компьютерного моделирования, со спецификой горных задач, решаемых с помощью компьютерных технологий, и факторами, определяющими эффективность их использования; дать знания в области современных компьютерных технологий моделирования пластовых месторождений твердых полезных ископаемых.

Основными задачами дисциплины «Компьютерное геологическое моделирование пластовых месторождений» являются: ознакомление студентов со всей последовательностью процедур, заложенных в большинство программных продуктов для моделирования месторождений, обучение студентов самостоятельному моделированию месторождения и подсчету запасов на примере программного продукта MICROMINE компании Micromine Pty Ltd.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Компьютерное геологическое моделирование пластовых месторождений» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений основной профессиональной образовательной программы по специальности «21.05.04 Горное дело» и изучается в IX семестре.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Компьютерное геологическое моделирование пластовых месторождений» являются: «Геология», «Введение в информационные технологии», «Теория вероятностей и математическая статистика в горном деле», «Горно-геологические геоинформационные системы».

Дисциплина «Компьютерное моделирование пластовых месторождений» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Компьютерное технологическое моделирование пластовых месторождений».

Особенностью дисциплины является применение в рамках практических работ горно-геологической системы (ГГИС) Micromine, позволяющей и строить трехмерные модели месторождений, и проектировать подземные выработки, а также осуществлять оптимизацию добычных работ.

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

Процесс изучения дисциплины «Компьютерное геологическое моделирование пластовых месторождений» направлен на формирование следующих компетенций:

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
Способен изучать, анализировать и применять научно-техническую информацию для выполнения научно-исследовательской работы в соответствии с объектами профессиональной деятельности	ПКС-1	ПКС-1.1. Знать основные понятия, категории и инструменты научных исследований; организацию научной работы, патентного и библиографического поиска, мировых баз данных реферативной и аналитической информации о научных исследованиях ПКС-1.2. Знать методологию научного исследования; основы написания научной работы в соответствии с объектами профессиональной деятельности ПКС-1.3. Уметь работать с нормативными документами, справочной литературой, проектной документацией в соответствии с объектами профессиональной деятельности; оформлять ссылки / сноски и библиографический список в соответствии с требованиями и правилами составления

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
		ПКС-1.4. Владеть навыками обобщения результатов отечественных и зарубежных исследований по актуальным проблемам в соответствии с выбранным объектом профессиональной деятельности
Способен выполнять научно-исследовательскую работу, анализировать, обрабатывать, обобщать и защищать полученные результаты	ПКС-2	ПКС-2 .1. Знать специализированные программные продукты, приборы и оборудование для решения исследовательских задач ПКС-2 .2. Уметь обрабатывать данные, полученные в результате научно-исследовательской работы; применять математические модели объектов профессиональной деятельности ПКС-2 .3. Владеть навыками анализа, обобщения, систематизации и интерпретации данных, полученных в результате научно-исследовательской работы, для их защиты в рамках выпускной квалификационной работы (проекта)
Способен контролировать процессы добычи угля и ремонта выработок	ПКС-12	ПКС-12.1. Знать методы и способы контроля выполнения производственных показателей процессов очистных работ и ремонта горных выработок, причины возникновения мест повышенной опасности при ведении очистных работ и ремонте горных выработок ПКС-12.2. Уметь вести контроль использования и сохранности оборудования, машин и механизмов ПКС-12.3. Владеть принципами осуществления контроля и анализа эффективности очистных работ, условий возникновения повышенной опасности при ведении очистных работ, ремонте горных выработок

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

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

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак. часы по семестрам
		<i>IX</i>
Аудиторная работа, в том числе:	102	102
Лекции (Л)	34	34
Практические занятия (ПЗ)	17	17
Лабораторные работы (ЛР)	51	51
Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе:	42	42
Подготовка к лекциям	3	3
Подготовка к лабораторным работам	17	10
Подготовка к практическим занятиям	10	10
Подготовка к дифф. зачету	12	12
Промежуточная аттестация – дифф. зачет (ДЗ)	ДЗ	ДЗ
Общая трудоёмкость дисциплины		
	ак. час.	144
	зач. ед.	4

4.2. Содержание дисциплины

Учебным планом предусмотрены: лекции, практические занятия, лабораторные работы 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
Раздел 1 «Теоретические основы и методы подсчета запасов МПИ»	17	6	4	2	5
Раздел 2 «Моделирование месторождений полезных ископаемых»	70	12	7	36	15
Раздел 3 «Подсчет и классификация запасов и ресурсов»	57	16	6	13	22
Итого:	144	34	17	51	42

4.2.2. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
1.	Теоретические основы и методы подсчета запасов МПИ	Введение. Цели и задачи дисциплины. Основные этапы освоения месторождений твердых полезных ископаемых и подсчета запасов. Понятия и показатели, используемые при подсчете запасов в России и за рубежом. Традиционные методы подсчета запасов. Кондиции для подсчета запасов полезных ископаемых, определение параметров оруденения, используемых при обосновании кондиций. Традиционные и компьютерные методы подсчета запасов	6
2.	Моделирование месторождений полезных ископаемых	Задачи, решаемые с помощью горно-геологических информационных систем (ГГИС). Типы ПО. Моделирование геологической среды в ГГИС. Общая схема и последовательность операций моделирования месторождений. Исходная информация для компьютерного моделирования и подсчета запасов. Графическая и текстовая информация. Базы геологических данных. Первичные и вторичные базы данных. Способы проверки баз данных. Ввод графической информации. Привязка растровых изображений. Статистический анализ при компьютерном моделировании. Цифровые модели поверхностей методом триангуляции Делоне. Построение сеток (GRID) различными методами интерполяции. Композиты по содержанию. Методы оконтуривания рудных тел, ошибки оконтуривания. Геометризация рудных тел. Каркасное моделирование. Сложные случаи при построении каркасов (расщепления кар-	12

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
		касов, самопересечения каркасов и способы решения данных проблем и т.д.). Пересечения каркасов. Оценка объемов и полигональная оценка запасов. Блочное моделирование. Пустая блочная модель. Материнские блоки. Связь изменчивости с размером блока. Подавление ураганных содержаний. Анализ, контроль и группировка исходной информации для геостатистического анализа (статистика, выделение однородных совокупностей (доменов)). Геостатистический анализ. Вариограмма. Непрерывность и зона влияния. Поведение около начала. Анизотропия. Наличие тренда. Вложенные структуры. Геостатистические модели. Допустимые геостатистические модели. Всенаправленная вариограмма, вариограмма вдоль скважин, направленные вариограммы. Комплексирование вариограмм. Перекрестная проверка. Виды и параметры интерполяции количественных параметров оруденения в блочную модель. Метод обратных расстояний. Эллипсоид поиска и его параметры. Композиты по длине пробы. Кригинг как один из методов интерполяции параметров оруденения в геологическом пространстве. Разновидности кригинга: обычный, простой, универсальный, индикаторный. Влияние выбора модели вариограммы на кригинг. Влияние выбора эффекта самородка. Экранный эффект. Классификация ячеек блочной модели по достоверности запасов при интерполяции содержаний. Блочная модель пласта. Однопластовая модель, многопластовая модель.	
3.	Подсчет и классификация запасов и ресурсов	Принципы классификации запасов месторождений за рубежом и в России. Структура и функции Государственной комиссии по запасам (ГКЗ). Классификация запасов месторождений твердых полезных ископаемых. Классификация запасов на основе компьютерной блочной модели. Российские и зарубежные стандарты. Оценка извлекаемых запасов руды. Погрешности подсчета запасов и методы их оценки. Оптимизация разведочной сети на разных этапах геологического изучения месторождения. Разведочная сеть и способы ее оптимизации на основе компьютерной модели	16
Итого:			34

4.2.3. Практические занятия

№ п/п	Разделы	Тематика практических занятий	Трудоемкость в ак. часах
1	Раздел 1	Подсчет запасов пластового месторождения железных руд методом геологических блоков	4
2	Раздел 2	Основы работы и интерфейс ГГИС MICROMINE. Файл, форма. Работа с линиями и точками.	2

3	Раздел 2	Привязка растровых изображений: план, разрез. Оцифровка линейных объектов, создание цветовых палитр, наборов символов и штриховок.	2
4	Раздел 2	Создание цифровых моделей поверхности (ЦМП) рельефа методом триангуляции Делоне (TIN –неравномерная треугольная сеть). Режимы просмотра ЦМП, визуальные настройки отображений, редактирование ЦМП (наращивание, обрезка).	2
7	Раздел 2	Создание отчета по объему каркаса. Создание каркаса подземных горных выработок на примере каркаса штольни для опробования пласта.	1
8	Раздел 3	Блочное моделирование МПИ.	2
9	Раздел 3	Определение параметров интерполяции.	2
10	Раздел 3	Интерполяция содержаний в блочную модель методом обратных расстояний	2
Итого:			17

4.2.4. Лабораторные работы

№ п/п	Разделы	Тематика лабораторных работ	Трудоемкость в ак. часах
1	Раздел 1	Формирование базы геологоразведочных данных	2
2	Раздел 2	Импорт базы геологоразведочных данных. Автоматическая проверка базы данных, исправление ошибок и ввод дополнительной информации	2
3	Раздел 2	Визуализация базы данных. Штриховка интервалов, метки интервалов, солиды по траекториям.	2
4	Раздел 2	Статистический анализ данных опробования. Расчет координат интервалов опробования. Создание рудных интервалов (композитов) по кондициям	2
5	Раздел 2	Настройка сечений. Оконтуривание рудных тел	4
6	Раздел 2	Объемное каркасное моделирование рудных тел. Пересечение каркасных моделей. Оценка объемов и полигональная оценка запасов	6
7	Раздел 2	Подавление ураганных содержаний. Анализ, контроль и группировка исходной информации для геостатистического анализа (статистика, выделение однородных совокупностей (доменов))	2
8	Раздел 2	Геостатистический анализ данных опробования. Построение вариограммных моделей. Перекрестная проверка моделей вариограмм	2
5	Раздел 2	Создание регулярных сеток (GRID) различными методами интерполяции на примере создания поверхности рельефа.	6
	Раздел 2	Блочная модель пласта (на примере угольного месторождения)	10
9	Раздел 3	Подсчет запасов по блочной модели.	2
10	Раздел 3	Создание макроса для автоматизации интерполяции содержаний методом обратных расстояний	5
11	Раздел 3	Расчет эмпирических вариограмм. Карта вариограмм.	2
12	Раздел 3	Интерполяция содержаний в блочную модель методом кригинга.	2
13	Раздел 3	Графическое оформление результатов работ для печати	2
Итого:			51

4.2.5. Курсовые работы (проекты)

Курсовые работы (проекты) 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.

Лабораторные работы. Цели лабораторных занятий:

-углубить и закрепить знания, полученные на лекциях и в процессе самостоятельной работы обучающихся с учебной и научной литературой;

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

Консультации (текущая консультация, накануне дифф.зачета) 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. Теоретические основы и методы подсчета запасов МПИ

1. Основные этапы освоения месторождений твёрдых полезных ископаемых.
2. Геологические тела с естественными и искусственными границами.
3. Кондиции для подсчёта запасов полезных ископаемых.
4. Традиционные методы подсчёта запасов.
5. Компьютерные методы подсчёта запасов.

Раздел 2. Моделирование месторождений полезных ископаемых

1. Задачи, решаемые с помощью горно-геологических информационных систем.
2. Исходная информация для компьютерного моделирования и подсчёта запасов.
3. Способы проверки баз данных.
4. Статистический анализ при компьютерном моделировании.
5. Правила оконтуривания рудных тел.

Раздел 3. Подсчет и классификация запасов и ресурсов

1. Классификация запасов и прогнозных ресурсов твёрдых полезных ископаемых (ГКЗ).
2. Метод геологических блоков
3. Метод параллельных сечений
4. Методические рекомендации по применению классификации запасов ГКЗ.

5. Международные кодексы отчётности (JORC, NI-43-101).

6.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации (дифференцированного зачета)

6.2.1. Примерный перечень вопросов для подготовки к дифференцированному зачету (по дисциплине):

1. Какие необходимы исходные данные для подсчёта запасов?
2. В чем разница между запасами и ресурсами?
3. В чем разница между категориями запасов?
4. В чем разница между ресурсами разных категорий?
5. Группировка месторождений по сложности строения.
6. В каких случаях используют метод параллельных сечений?
7. В каких случаях используют метод геологических блоков?
8. В каких случаях используют среднеарифметический метод подсчёта запасов?
9. Что такое среднее взвешенное? В каких случаях используется формула среднего взвешенного, а не среднего арифметического?
10. Источники ошибок при подсчёте запасов?
11. Что такое забалансовые запасы?
12. По каким принципам выделяются подсчетные блоки?
13. В чем суть метода эксплуатационных блоков?
14. В каких единицах измеряется содержание ПК на россыпях?
15. Отличие объёмной массы от плотности?
16. Может ли корректироваться первоначально выбранная разведочная сеть?
17. Общая схема и последовательность операций моделирования месторождений в горно-геологических информационных системах?
18. От чего зависит размер подсчётного блока?
19. От чего зависит размер блока блочной модели?
20. Чем отличается бортовое содержание от минимально промышленного?
21. Что такое метод аналогии?
22. От чего зависит минимально промышленная мощность рудных тел?
22. Что такое коэффициент вскрыши?
23. Что такое метропроцент?
24. Чем определяется минимально допустимая мощность прослоя пустых пород?
25. Блочное моделирование (ориентировка блочной модели, выбор размеров материнских блоков, методы субблокирования).
26. Задачи, решаемые с помощью горно-геологических информационных систем.
27. Что такое ураганное содержание?
28. Способы выявления и ограничения влияния проб с ураганными содержаниями?
29. Что такое коэффициент рудоносности?
30. В каких случаях он применяется коэффициент рудоносности?
31. Интерполяция содержаний методом обратных расстояний.
32. Графическая и текстовая информация для компьютерного моделирования месторождений (способы введения, методы проверки).
33. Классификация ячеек блочной модели по достоверности запасов при интерполяции содержаний.
34. Параметры поисковой сферы, эллипсоида.

6.2.2. Примерные тестовые задания к дифференцированному зачету

Вариант № 1.

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1.	Какая мощность используется для вычисления объёма, если рудное тело проецируется на вертикальную плоскость?	1. истинная 2. вертикальная 3. горизонтальная 4. стволовая
2.	Для подсчета запасов трубообразных, сложных по форме тел полезных ископаемых используют метод:	1. разрезов 2. среднеарифметический 3. геологических блоков 4. статистический
3.	Перечислите категории прогнозных ресурсов:	1. А, В, С ₁ , С ₂ 2. Р ₁ , Р ₂ , Р ₃ 3. А, В, С, D 4. А, Б, В, Г
4.	Согласно кодексу объединённого комитета по Международным стандартам отчётности о запасах ТПИ выделяются следующие категории запасов:	1. inferred, indicated, measured 2. А, В, С ₁ , С ₂ 3. Р ₁ , Р ₂ , Р ₃ 4. probable, proved
5.	По степени изученности выделяются группы запасов:	1. забалансовые, балансовые 2. разведанные, предварительно оценённые 3. запасы, ресурсы, 4. рентабельные, нерентабельные
6.	Природный борт определяется из...	1. статистических расчётов 2. экономических расчётов 3. технологических расчётов 4. метода аналогий
7.	Ураганная проба отличается от других проб, отобранных для оценки среднего содержания полезного компонента в данном блоке месторождения...	1. аномально высокими содержаниями 2. аномально большой массой 3. аномальной ориентировкой (отобрана по простиранию рудного тела) 4. отобрана при экспресс опробовании
8.	Месторождения, особенность строения которых определяют возможность выявления в процессе разведки запасов только категорий В, С ₁ , и С ₂ , относятся к следующей группе по сложности строения	1. 1 2. 2 3. 3 4. 4
9.	В каких единицах может измеряться «метрограмм»?	1. м*г 2. м*% 3. м/% 4. м/г
10.	Какому закону распределения подчиняются вероятность обнаружения самородков золота?	1. нормальному 2. Бернулли 3. биномиальному 4. Пуассона
11.	Если математическое ожидание случайной величины известно, то можно применить критерий:	1. простой 2. обычный 3. сложный 4. необычный
12.	Какую базу данных можно считать первичной?	1. База координат рудных пересечений 2. База координат проб 3. База координат устьев скважин 4. База координат искривлений скважин
13.	Какие из сведений должны содержаться в базе инклинометрии скважин?	1. Координаты искривлений скважин 2. Координаты пунктов замеров искривлений 3. Зенитные углы 4. Расстояния между скважинами

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
14.	Тип поведения вариограммы около начала, при котором график выглядит как горизонтальная линия, проходящая на уровне дисперсии -	1. квадратичный 2. линейный 3. эффект самородка 4. сферический
15.	Количество вскрышных пород, приходящихся на единицу добытой или подлежащей добыче руды -	1. коэффициент вскрыши 2. коэффициент отработки 3. потери 4. разубоживание
16.	При формальной интерполяции на какое расстояние будет осуществлено выклинивание (l – расстояние между выработками)?	1. $1,5 l$ 2. $1 l$ 3. $\frac{1}{2} l$ 4. $\frac{1}{4} l$
17.	Нахождения точек контура рудного тела между выработками, встретившими кондиционное оруденение, и следующими за ними безрудными (или с непромышленным содержанием) -	1. оконтуривание по крайним выработкам 2. интерполяция 3. экстраполяция 4. формальное оконтуривание
18.	Каков будет результат интерполяции в точке при использовании МОР? Известно расстояние (r) до 2 точек и содержание ПК (C) в них. Радиус поисковой сферы 50. Точка А: $r=40$, $C=2$. Точка Б: $r=60$, $C=4$	1. 4 2. 3 3. 2 4. 1
19.	Нахождения точек контура рудного тела за пределами разведочных выработок -	1. оконтуривание по крайним выработкам 2. интерполяция 3. экстраполяция 4. формальное оконтуривание
20.	В какой тип поля можно записать геологическую документацию	1. С 2. R 3. L 4. S

Вариант № 2

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1.	Какая мощность используется для вычисления объёма, если рудное тело проецируется на горизонтальную плоскость?	1. Истинная 2. Вертикальная 3. Горизонтальная 4. Стволовая
2.	Для подсчёта запасов плоских тел, разведанных и расчленённых горными выработками и скважинами на части, эквивалентные по форме и размерам обрабатываемым блокам используют метод:	1. параллельных сечений 2. среднеарифметический 3. эксплуатационных блоков 4. статистический
3.	Укажите основные факторы, влияющие на выбор системы разведки:	1. социальные, политические, конъюнктурные 2. изменчивость свойств тел полезных ископаемых, условия их залегания 3. стратиграфические, магматические, геодинамические 4. предполагаемая схема отработки
4.	Согласно кодексу объединённого комитета по Международным стандартам отчетности о запасах ТПИ выделяются следующие категории ресурсов:	1. inferred, indicated, measured 2. А, В, С ₁ , С ₂ 3. P ₁ , P ₂ , P ₃ 4. probable, proved
5.	Определить эффект самородка можно построив вариограмму:	1. всенаправленную 2. по простиранию 3. по падению 4. вдоль по скважине

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
6.	Забалансовые запасы также называют?	1. Потенциально балансовые 2. Потенциально экономические 3. Потенциально технические 4. Потенциальные
7.	Месторождения, особенность строения которых определяют возможность выявления в процессе разведки запасов категории А, В, С ₁ , и С ₂ , относятся к следующей группе по сложности строения:	1. 1 2. 2 3. 3 4. 4
8.	Подберите синоним к слову композит.	1. Рудный интервал 2. Кондиции 3. Бонанцы 4. Бортовое содержание
9.	В каких единицах НЕ может измеряться «метрограмм»?	1. м*% 2. г/м ² 3. м*г/т 4. м*г
10.	Дисперсия, отнесённая к среднему арифметическому –	1. коэффициент Спирмена 2. коэффициент Пирсона 3. коэффициент вариации 4. коэффициент содержания
11.	Приписывание содержанию в каждой пробе такого веса, при котором получаемая оценка среднего содержания обладает минимальной дисперсией –	1. периодограммный анализ 2. тренд-анализ 3. дискриминантный анализ 4. кригинг
12.	Какую из баз данных можно считать первичной?	1. База опробования 2. База координат проб 3. База координат рудных пересечений 4. База координат искривлений скважин
13.	Какие сведения должны содержаться в базе координат устьев скважин?	1. Азимутальные углы 2. Зенитные углы наклона скважин 3. Данные опробования 4. Номера скважин и их глубины
14.	Возможная причина появления эффекта самородков?	1. Равномерное распределение оруденения 2. Дискретный характер оруденения 3. Наличие разрывных нарушений в рудном теле 4. Складчатые деформации рудного тела
15.	При формальной экстраполяции, на какое расстояние будет осуществлено выклинивание (l – расстояние между выработками)?	1. $1,5 l$ 2. $1 l$ 3. $\frac{1}{2} l$ 4. $\frac{1}{4} l$
16.	При формальном оконтуривании рудных тел следует руководствоваться:	1. минимизацией объёмов 2. максимизацией объёмов 3. минимизацией среднего содержания 4. максимизацией среднего содержания
17.	Каков будет результат интерполяции в точке при использовании МОР? Известно расстояние (r) до 2 точек и содержание ПК (C) в них. Радиус поисковой сферы 50. Точка А: $r=100$, $C=2$. Точка Б: $r=60$, $C=4$	1. 4 2. 3 3. 2 4. Задача не имеет решения
18.	При каком радиусе (из предложенных) поискового эллипсоида интерполированные содержания наиболее недостоверные?	1. 50 2. 75 3. 100 4. 150
19.	Какой тип поля (в программе Micromine) может содержать и числа и символы?	1. C 2. R 3. N 4. S

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
20.	В случае изотропной среды, какую форму поисковой фигуры следует выбрать?	1. Окружность 2. Эллипс 3. Треугольник 4. Квадрат

Вариант № 3

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1.	Перечислите категории запасов:	1. А, В, С ₁ , С ₂ 2. Р ₁ , Р ₂ , Р ₃ 3. А, В, С, D 4. А, Б, В, Г
2.	Наиболее распространённый метод подсчёта запасов?	1. Разрезом 2. Среднеарифметический 3. Геологических блоков 4. Статистический
3.	Месторождения, особенность строения которых определяют возможность выявления в процессе разведки запасов только категории С ₁ и С ₂ , относятся к следующей группе по сложности строения:	1. 1 2. 2 3. 3 4. 4
4.	По экономическому значению выделяются группы запасов:	1. забалансовые, балансовые 2. разведанные, предварительно оценённые 3. запасы, ресурсы, 4. вероятные, доказанные
5.	Запасы, разработка которых на момент оценки согласно технико-экономическим расчётам экономически эффективна в условиях конкурентного рынка при использовании техники, технологии добычи и переработки минерального сырья, обеспечивающих соблюдение требований по рациональному использованию недр и охране окружающей среды, называются:	1. балансовые 2. забалансовые 3. разведанные 4. подсчитанные
6.	Композитирование –	1. приведение проб к одной длине 2. приведение проб к единому содержанию 3. приведение проб к единому метропроценту 4. приведение проб к одному объёму
7.	Интервал по линии геологического опробования, состоящий из элементарных рядовых проб и удовлетворяющий определённым условиям выделения -	1. разведочное пересечение 2. рудное сечение 3. композит 4. кондиционный интервал
8.	В каких единицах может измеряться «метрограмм»?	1. м*г 2. г/м ² 3. г/м 4. г*м ²
9.	Наименьшее содержание полезного компонента в пробе, при котором она может быть включена в контур подсчётного блока запасов полезных ископаемых?	1. Природный борт 2. Бортовое содержание 3. Минимально промышленное содержание 4. Ураганное содержание

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
10.	Какому закону распределения подчиняются содержания ПК в месторождениях благородных металлов?	1. Нормальному 2. Логнормальному 3. Биномиальному 4. Пуассона
11.	Форма кривой распределения для содержания ПК месторождений черных металлов?	1. Левоасимметричная 2. Симметричная 3. Правоасимметричная 4. Плоская
12.	Назначение кригинга?	1. Оценка дисперсии случайных отклонений 2. Расчет радиуса влияния пункта наблюдения 3. Выявление анизотропии геологических объектов 4. Прогнозирование параметров оруденения между разведочными выработками
13.	Какую из баз данных можно считать первичной?	1. База координат рудных пересечений 2. База координат проб 3. База координат искривлений скважин 4. База замеров искривлений скважин
14.	Какие из сведений должны содержаться в базе опробования?	1. Углы наклона скважин 2. Глубины скважин 3. Интервалы опробования 4. Координаты проб
15.	Когда бессмысленно применять вариограмму?	1. В рудном теле наблюдается анизотропия оруденения 2. Изменчивость оруденения изотропна 3. Сеть наблюдений меньше радиуса автокорреляции 4. В рудном теле имеются крупные разрывные нарушения
16.	Бортовое содержание применимо к содержанию...	1. в пробе 2. в рудном теле 3. в промышленном блоке 4. по месторождению в целом
17.	Каков будет результат интерполяции в точке при использовании МОР? Известно расстояние (r) до 2 точек и содержание ПК (C) в них. Радиус поисковой сферы 50. Точка А: $r=60$, $C=2$. Точка Б: $r=40$, $C=4$	1. 4 2. 3 3. 2 4. 1
18.	При каком радиусе (из предложенных) поискового эллипсоида интерполированные содержания наиболее достоверные?	1. 50 2. 75 3. 100 4. 150
19.	Какой тип поля (в программе Micromine) выбрать исключительно для чисел?	1. C 2. N 3. K 4. R
20.	В случае анизотропной среды, какую форму поисковой фигуры следует выбрать?	1. Окружность 2. Эллипс 3. Треугольник 4. Квадрат

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
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	Неудовлетворительно
50-65	Удовлетворительно
66-85	Хорошо
86-100	Отлично

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Рекомендуемая литература

7.1.1. Основная литература

1. Поротов Г.С. Математические методы моделирования в геологии. СПб: Изд-во Санкт-Петербургского горного института, 2006. 223 с.
2. 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>
3. Михальчук А.А. Многомерный статистический анализ эколого-геохимических измерений: учебное пособие. Часть I. Математические основы [Электронный ресурс]: учеб. пособие / А.А. Михальчук, Е.Г. Языков. — Электрон. дан. — Томск: ТПУ: Лань, 2014. — 102 с. <https://e.lanbook.com/book/82858>

4. 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>

5. Смоленский В.В. Статистические методы обработки экспериментальных данных. Учебное пособие. СПб: Изд-во Санкт-Петербургского горного института, 2003. 101 с.

7.1.2. Дополнительная литература

1. Ворошилов В.Г. Математическое моделирование в геологии. Томск: ТПУ, 2001. 124 с.
2. Белонин М.Д., Голубева В.А., Скублов Г.Т. Факторный анализ в геологии. М.: Недра, 1982. 269 с.

3. 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.

4. Капутин Ю.Е. Горные компьютерные технологии и геостатистика. СПб.: Недра, 2002. 424 с.

7.1.3. Учебно-методическое обеспечение

1. Методические указания к самостоятельной работе студентов по дисциплине «Компьютерное моделирование пластовых месторождений, часть 1»
http://ior.spmi.ru/system/files/srs/srs_1542283222.pdf

2. Методические указания для подготовки к лабораторным работам по дисциплине «Компьютерное моделирование пластовых месторождений, часть 1»
http://ior.spmi.ru/system/files/lp/lp_1542283222.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. КонсультантПлюс: справочно - поисковая система [Электронный ресурс]. - 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/.

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.

15. Электронная библиотечная система «Национальный цифровой ресурс «Руконт»».
<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, лабораторных и практических занятий.

Аудитории, используемые при проведении занятий лекционного типа, оснащены мультимедийными проекторами и комплектом аппаратуры, позволяющей демонстрировать текстовые и графические материалы.

Компьютерный класс, используемый при проведении практических и лабораторных занятий, оснащён оборудованием, необходимым для выполнения практических и лабораторных работ по дисциплине «Компьютерное геологическое моделирование пластовых месторождений».

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 Vitaco 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» (обслуживание до 2020 года) ГК № 447-06/11 от 06.06.11 «На поставку оборудования» (обслуживание до 2020 года) ГК № 984-12/11 от 14.12.11 «На поставку оборудования» (обслуживание до 2020 года) Договор № 1105-12/11 от 28.12.2011 «На поставку компьютерного оборудования» (обслуживание до 2020 года), Договор № 1106-12/11 от 28.12.2011 «На поставку компьютерного оборудования» (обслуживание до 2020 года) ГК № 671-08/12 от 20.08.2012 «На поставку продукции» (обслуживание до 2020 года), 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 (обслуживание до 2020 года).

Microsoft Office 2010 Standard: Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012 (обслуживание до 2020 года), Microsoft Open License 60853086 от 31.08.2012 (обслуживание до 2020 года).

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 (обслуживание до 2020 года).

Microsoft Office 2007 Standard Microsoft Open License 42620959 от 20.08.2007 (обслуживание до 2020 года).

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 (обслуживание до 2020 года).

Microsoft Office 2007 Professional Plus: Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010 (обслуживание до 2020 года).

CorelDRAW Graphics Suite X5 Договор №559-06/10 от 15.06.2010 «На поставку программного обеспечения» (обслуживание до 2020 года).

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.