

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 доцент Д.Г. Петраков

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

***КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ
ПРОЦЕССОВ ДОБЫЧИ РУДЫ***

| | |
|-------------------------------------|--|
| Уровень высшего образования: | Специалитет |
| Специальность: | 21.05.04 Горное дело |
| Направленность (профиль): | Подземная разработка рудных месторождений |
| Квалификация выпускника: | горный инженер (специалист) |
| Форма обучения: | очная |
| Составитель: | доцент кафедры РМПИ А.А. Сидоренко ассистент кафедры РМПИ А.В. Холмский |

Санкт-Петербург

Рабочая программа дисциплины «Компьютерное моделирование технологических процессов добычи руды» разработана:

- в соответствии с требованиями ФГОС ВО – специалитет по специальности «21.05.04

Горное дело», утвержденного приказом Минобрнауки России от 12 августа 2020 г. №987;

- на основании учебного плана специалитета по специальности «21.05.04 Горное дело», направленность (профиль) «Подземная разработка рудных месторождений».

Составитель _____ к.т.н. доцент А.А. Сидоренко

_____ к.т.н. ассистент А.В. Холмский

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры разработки месторождений полезных ископаемых от 03.02.2022 г., протокол №7.

Заведующий кафедрой РМПИ _____ д.т.н. профессор В.П. Зубов

Рабочая программа согласована:

Начальник управления учебно-методического обеспечения образовательного процесса

_____ к.т.н., П.В. Иванова

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины:

- сформировать навыки в области моделирования технологических процессов добычи руды подземным способом

Основные задачи дисциплины:

- дать базу в сфере актуальных методов компьютерного моделирования объектов и процессов разработки рудных месторождений
- дать знания о современных горно-геологических информационных системах
- сформировать навыки пользования современными горно-геологическими информационными системами

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Компьютерное моделирование технологических процессов добычи руды» входит в состав формируемой участниками образовательных отношений части, Блока 1 «Дисциплины (модули)» основной профессиональной образовательной программы по специальности «21.05.04 Горное дело» и изучается в 10 семестре.

Предшествующими дисциплинами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Компьютерное моделирование технологических процессов добычи руды», являются "Процессы очистных работ при разработке рудных месторождений", "Системы разработки рудных месторождений", "Компьютерное моделирование рудных месторождений", "Проектирование рудников".

Дисциплина «Компьютерное моделирование технологических процессов добычи руды» является основополагающей для изучения следующих дисциплин "Экономико-математическое моделирование и оптимизация технологических процессов в рудниках", "Мониторинг технологических процессов при разработке рудных месторождений", "Технологии цифровой промышленности".

Особенностью дисциплины является подробное изучение программных продуктов и инструментов численного, компьютерного и имитационного моделирования различных технологических процессов добычи руды подземным способом, благодаря чему обучающийся, прошедший данный курс, приобретает навыки работы в современных программах для планирования, проектирования и организации подземной разработки рудных месторождений.

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

Процесс изучения дисциплины «Компьютерное моделирование технологических процессов добычи руды» направлен на формирование следующих компетенций:

| Формируемые компетенции | | Код и наименование индикатора достижения компетенции |
|--|-----------------|---|
| Содержание компетенции | Код компетенции | |
| 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- |

| Формируемые компетенции | | Код и наименование индикатора достижения компетенции |
|---|------------------------|---|
| Содержание компетенции | Код компетенции | |
| | | 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 осуществлять организационно-техническое сопровождение добычи руд | ПКС-10 | ПКС-10.1 - Знает методы организационно-технического сопровождения добычи руд |
| | | ПКС-10.2 - Умеет организовать выполнение производственных показателей структурными подразделениями |
| | | ПКС-10.3 - Владеет: приемами обеспечения безопасных условий труда персонала участка по добыче руд, блока |
| Способен контролировать процессы добычи руд и ремонта выработок | ПКС-12 | ПКС-12.1 - Знает 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 - Умеет вести контроль использования и сохранности оборудования, машин и механизмов |
| | | ПКС-12.3 - Владеет 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 5 зачётных единиц, 180 ак. часов.

| Вид учебной работы | Всего ак. часов | Ак. часы по семестрам |
|---|-----------------|-----------------------|
| | | 10 |
| Аудиторная работа, в том числе: | 80 | 80 |
| Лекции (Л) | 48 | 48 |
| Практические занятия (ПЗ) | 32 | 32 |
| Лабораторные работы (ЛР) | - | - |
| Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе: | 64 | 64 |
| Подготовка к лекциям | 20 | 20 |
| Подготовка к практическим занятиям/семинарам | 20 | 20 |
| Расчетно-графическая работа (РГР) | 24 | 24 |
| Промежуточная аттестация – экзамен (Э) | 36 | 36 |
| Общая трудоёмкость дисциплины (ак. час.) | 180 | 180 |
| Общая трудоёмкость дисциплины (зач. ед.) | 5 | 5 |

4.2. Содержание дисциплины

Учебным планом предусмотрены: лекции, практические занятия самостоятельная работа.

4.2.1. Разделы дисциплины и виды занятий

| № п/п | Наименование разделов | Виды занятий | | | | |
|-------|---|-----------------|-----------|----------------------|---------------------|---|
| | | Всего ак. часов | Лекции | Практические занятия | Лабораторные работы | Самостоятельная работа студента, в том числе курсовая работа (проект) |
| 1. | Раздел 1. "Современные методы и программные продукты для компьютерного моделирования" | 35 | 12 | 8 | - | 15 |
| 2. | Раздел 2. "Компьютерный, функциональный, системный, технологический и стоимостной анализ" | 35 | 12 | 8 | - | 15 |
| 3. | Раздел 3. "Компьютерное моделирование геомеханических процессов" | 35 | 12 | 8 | - | 15 |
| 4. | Раздел 4. "Компьютерное моделирование аэрогазодинамических процессов" | 39 | 12 | 8 | - | 19 |
| | Итого: | 144 | 48 | 32 | | 64 |

4.2.2. Содержание разделов дисциплины

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Содержание лекционных занятий | Трудоёмкость в ак. часах |
|-------|--|--|--------------------------|
| 1 | Раздел 1. "Современные методы и программные продукты для компьютерного | Компьютерное моделирование: достоинства, недостатки, области применения и решаемые задачи. Особенности горнотехнических систем и процессов, как объектов компьютерного моделирования. Аналитическое и имитационное компьютерное моделирование. Алгоритмы | 12 |

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Содержание лекционных занятий | Трудоемкость в ак. часах |
|-------|--|---|--------------------------|
| | моделирования" | компьютерного моделирования. Организация процесса компьютерного моделирования. Этапы компьютерного моделирования: постановка задачи и ее анализ, построение информационной модели, разработка метода и алгоритма реализации компьютерной модели, разработка компьютерной модели, проведение эксперимента. Обзор возможностей современных программных продуктов, применяемых в горном деле для решения задач горной геомеханики: Ansys Mechanical, Abaqus, Flac 2D (3D), UDEC, Sigma, Stress, Геомеханика, Plaxis, GenID, Geo5, SCad, SolidWorks, Adventure и т.д. Обзор возможностей современных программных продуктов, применяемых в горном деле для решения задач подземной разработки рудных месторождений. | |
| 2 | Раздел 2. "Компьютерный, функциональный, системный, технологический и стоимостной анализ" | Использование горно-геологических информационных систем (на примере Mineframe) для автоматизации основных операций, выполняемых техническими отделами горнодобывающего предприятия по планированию подземных горных работ: параметрическое проектирование и моделирование подземных горных выработок с сечением заданной формы, планирование проходки горных выработок, текущее и оперативное планирование с визуализацией результатов. Примеры реализации компьютерного моделирования горнотехнических систем с использованием горно-геологических информационных систем (на примере Mineframe). Использование имитационного моделирования в горном деле (на примере AnyLogic). Примеры реализации компьютерного моделирования при разработке рудных месторождений: модель рудника, отработывающего калийное месторождение, модель транспортных потоков рудника. Применение компьютерного моделирования для функционального технологического и стоимостного анализа. Обзор возможностей компьютерных программ, разработанных на кафедре РМПИ. Этапы создания компьютерных моделей для функционального технологического и стоимостного анализа: структурный анализ процесса (системы), аналитическое описание модели, разработка расчетного алгоритма, создание компьютерной модели, проведение моделирования. | 12 |
| 3 | Раздел 3. | Применение методов и подходов механики сплошной среды для решения задач горной | 12 |

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Содержание лекционных занятий | Трудоемкость в ак. часах |
|---------------|--|---|--------------------------|
| | "Компьютерное моделирование геомеханических процессов" | геомеханики. Особенности создания и области применения 2D и 3D компьютерных моделей массива горных пород. Процедура численного моделирования и этапы проведения инженерного анализа, необходимые исходные данные, краевые (начальные и граничные) условия. Особенности решения задач в упругой и неупругой постановке. Требования к размерам модели и сетке при использовании метода конечных элементов. Сравнительный анализ различных моделей поведения горных пород (Кулона-Мора, Друккера-Прагера и др.). | |
| 4 | Раздел 4. "Компьютерное моделирование аэрогазодинамических процессов" | Применение методов и подходов механики сплошной среды для решения задач подземной аэрогазодинамики. Метод конечных объемов. Процедура численного моделирования и этапы проведения инженерного анализа, необходимые исходные данные, начальные и граничные условия. Требования к сетке при использовании метода конечных объемов. Особенности задания основных аэрогазодинамических характеристик (проницаемости и пористости) выработанных пространств. | 12 |
| Итого: | | | 48 |

4.2.3. Практические занятия

| № п/п | Раздел | Тематика практических занятий | Трудоемкость в ак. часах |
|---------------|--------|--|--------------------------|
| 1 | 1 | Компьютерное моделирование схем вскрытия и подготовки рудных месторождений. | 8 |
| 2 | 2 | Компьютерное моделирование выемочных участков и выемочных блоков при разработке рудных месторождений. | 8 |
| 3 | 3 | Компьютерное моделирование основных процессов очистных работ при разработке рудных месторождений. | 8 |
| 4 | 4 | Компьютерное моделирование аэрогазодинамических процессов и геомеханических процессов при разработке рудных месторождений. | 8 |
| Итого: | | | 32 |

4.2.4. Лабораторные работы

Лабораторные работы не предусмотрены

4.2.5. Курсовые работы (проекты)

Курсовые работы (проекты) не предусмотрены

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе обучения применяются:

Лекции 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 промежуточной аттестации) 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.

1. В чем заключается принципиальное отличие компьютерных систем проектирования САД и инженерного анализа САЕ?
2. Каковы области применения 2D и 3D геомеханических моделей массива горных пород?
3. Для решения каких задач горного производства могут применяться методы механики дискретной среды?
4. В чем заключается особенность имитационного компьютерного моделирования?
5. Какие программные комплексы применяются для оценки напряженно-деформированного состояния массива горных пород?

Раздел 2.

1. Какие функции по автоматизации и планированию горных работ выполняет горно-геологическая информационная система Mineframe?
2. В чем заключаются основные сложности создания цифровых двойников шахт?
3. С какой целью создаются имитационные модели горнотехнических систем и технологических процессов?
4. Какие модели технологических процессов и систем горного производства реализованы с использованием системы компьютерного имитационного моделирования AnyLogic?
5. Какие задачи горного производства могут быть решены с использованием программного обеспечения, разработанного на кафедре РМПИ?

Раздел 3.

1. Какие геомеханические задачи могут быть решены, с использованием компьютерного моделирования, в упругой постановке?
2. Какие этапы включает в себя компьютерный численный геомеханический анализ?
3. В чем заключаются основные сложности численных исследований напряженно-деформированного состояния массива горных пород?
4. В чем заключается решение задачи об изменении проницаемости горных пород в зоне влияния очистных работ?

5. Каким образом может быть осуществлено компьютерное моделирование разрывных нарушений при проведении геомеханического анализа состояния массива горных пород?

Раздел 4.

1. В чем заключается суть метода конечных объемов?
2. Какие исходные данные необходимы для проведения компьютерного моделирования аэрогазодинамических процессов в рудниках?
3. В чем заключается сложность задания свойств выработанных пространств при компьютерном моделировании аэрогазодинамических процессов на выемочных участках?
4. Какие горно-геологические и горнотехнические факторы должны учитываться при создании аэрогазодинамических моделей выемочных участков?
5. Какие начальные и граничные условия задаются при проведении моделирования аэрогазодинамических процессов на выемочных участках?

6.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации (экзамен)

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

1. Особенности горнотехнических систем и процессов, как объектов компьютерного моделирования.
2. Аналитическое и имитационное компьютерное моделирование.
3. Этапы компьютерного моделирования.
4. Численные методы решения задач.
5. Особенности создания и области применения 2D и 3D компьютерных моделей.
6. Современные компьютерные программы для решения задач горной геомеханики.
7. Применение методов механики дискретной среды для решения горнотехнических задач.
8. Имитационное моделирование горнотехнических систем.
9. Этапы имитационного моделирования.
10. Современные программные продукты для имитационного моделирования.
11. Автоматизация основных операций, выполняемых техническими отделами горнодобывающего предприятия, с использованием горно-геологических информационных систем.
12. Использование имитационного моделирования в горном деле.
13. Применение компьютерного моделирования для функционального технологического и стоимостного анализа.
14. Возможности (решаемые задачи) компьютерных программ, разработанных на кафедре РМПИ.
15. Применение методов и подходов механики сплошной среды для решения задач горной геомеханики.
16. Особенности создания и области применения 2D и 3D компьютерных моделей массива горных пород.
17. Процедура численного моделирования и этапы проведения инженерного анализа.
18. Особенности решения задач в упругой и неупругой постановке.
19. Требования к размерам модели и сетке при использовании метода конечных элементов.
20. Задание деформационно-прочностных свойств пород в модели по данным лабораторных испытаний образцов.
21. Особенности моделирования выработанных пространств при решении геомеханических задач.
22. Компьютерное моделирование изменения проницаемости массива горных пород в зонах влияния очистных работ.
23. Компьютерное моделирование напряженного состояния массива горных пород в зоне влияния разрывных геологических нарушений.
24. Задачи, решаемые с использованием компьютерных программ, разработанных на кафедре РМПИ.

25. Этапы создания компьютерных моделей для функционального технологического и стоимостного анализа
26. Применение методов и подходов механики сплошной среды для решения задач подземной аэрогазодинамики.
27. Метод конечных объемов.
28. Процедура численного моделирования и этапы проведения инженерного анализа.
29. Начальные и граничные условия модели при численном моделировании аэрогазодинамических процессов.
30. Особенности задания основных аэрогазодинамических характеристик (проницаемости и пористости) выработанных пространств.

6.2.2. Примерные тестовые задания к экзамену.

Вариант №1

| № п/п | Вопрос | Варианты ответа |
|-------|---|--|
| 1. | Наука об управлении, связи и переработке информации | 1. Радиотехника 2. Информатика 3. Системный анализ 4. Кибернетика |
| 2. | Совокупность данных, представляющих ценность для предприятия и выступающих в качестве материальных ресурсов | 1. Информационные ресурсы 2. База данных 3. Банк данных 4. Основные фонды |
| 3. | Совокупность программ обработки данных и необходимых для их эксплуатации документов | 1. Дистрибутивы 2. Системные утилиты 3. Архив данных 4. Программное обеспечение |
| 4. | Под настройкой функций, режимов работы и других параметров различных аппаратных средств понимается | 1. Энергонезависимость 2. Совместимость 3. Архитектура 4. Конфигурация |
| 5. | Способность конкретного аппаратного средства не только механически соединяться с другими элементами ПК, но и принимать, передавать и обрабатывать информацию в процессе работы по заданной программе называется | 1. Безопасность 2. Совместимость 3. Архитектура 4. Конфигурация |
| 6. | В соответствии со стандартами горнографической документации, надписи на горных чертежах, кроме маркшейдерско-геологических, следует располагать | 1. Горизонтально 2. Вертикально 3. Параллельно контурам изображения 4. Параллельно основной надписи |
| 7. | Средство цифрового представления изображений в виде прямоугольной матрицы элементов изображения | 1. Растр 2. Модель 3. Макет 4. База данных |
| 8. | Совокупность системы баз данных и системы управления базами данных | 1. Интегрированная система 2. Геоинформационная система 3. Банк данных 4. Дигитайзер |
| 9. | База данных, представляющая собой множество взаимосвязанных таблиц, каждая из которых содержит информацию об объектах определенного вида | 1. Формализованная 2. Детерминированная 3. Табличная 4. Реляционная |
| 10. | Обеспечение автоматизации проектирования, представляющее собой всё то, | 1. Программное 2. Техническое |

| № п/п | Вопрос | Варианты ответа |
|-------|---|---|
| | что определяет деятельность специалистов и проектировщиков при создании, эксплуатации и последующем развитии САПР | 3. Информационное 4. Организационное |
| 11. | Подсистема САПР, выполняющая проектные операции и процедуры, непосредственно зависящие от объекта проектирования | 1. Зависимая 2. Натурная 3. Объектная 4. Масштабная |
| 12. | Что не является объектом проектирования горного производства | 1. Запасы 2. Дороги 3. Населенные пункты 4. Коммуникации |
| 13. | Технологии комплексной компьютеризации сфер промышленного производства, цель которых — унификация и стандартизация спецификаций промышленной продукции на всех этапах ее жизненного цикла | 1. CALS-технологии 2. CAD-технологии 3. SQL-системы 4. DRAW-системы |
| 14. | Способ нахождения промежуточных значений величины по имеющемуся дискретному набору известных значений | 1. Кригинг 2. Валидация 3. Интерполяция 4. Регрессионный анализ |
| 15. | Проба полезного компонента, полученная в процессе разведки месторождения и отличающаяся от других проб аномально высоким содержанием | 1. Наивысшая 2. Ключевая 3. Ураганная 4. Экстремальная |
| 16. | Комплекс программных средств для автоматизированного планирования и проектирования горных работ, разработанный Горным институтом Кольского научного центра РАН | 1. MINEFRAME 2. MICROMINE 3. SURPUC 4. K-MINE |
| 17. | Совокупность экономико-математических методов, технических средств и организационной структуры, обеспечивающих рациональное управление сложными объектами и процессами | 1. Интегрированная экономическая система 2. Геоинформационная система 3. Автоматизированная система управления 4. Система автоматизированного проектирования |
| 18. | Какие функции САПР рудников не относятся к работам по оптимизации процесса планирования горных работ? | 1. Построение бортов карьера 2. Подсчет объема и содержания полезного ископаемого в прирезках 3. Создание блочной модели месторождения 4. Построение моделей взрывных блоков |
| 19. | Модели подземного рудника, предусматривающие деление рудничного поля на ряд участков, для более точного описания фронта горных работ сложной конфигурации | 1. Блочные 2. Композиционные 3. Каркасные 4. Рецепторные |
| 20. | Метод определения оптимальных границ зоны сдвижения, при котором разрез месторождения представляет собой матрицу данных экономического характера – стоимости от разработки и реализации каждого блока | 1. Алгоритм Фибоначчи 2. Горно-экономический анализ 3. Алгоритм «плавающего» конуса 4. Алгоритм Лерча-Гроссмана |

Вариант №2

| № п/п | Вопрос | Варианты ответа |
|-------|---|--|
| 1. | Наука и техника, связанные с машинной обработкой, хранением и передачей информации | 1. Радиотехника 2. Информатика 3. Системный анализ 4. Кибернетика |
| 2. | Система, предназначенная для хранения, поиска и выдачи информации по запросам пользователей | 1. Информационная система 2. Аналитическая система 3. Геоинформационная система 4. Навигационная система |
| 3. | Набор приёмов взаимодействия пользователя с приложением | 1. Контент-анализ 2. Пользовательский интерфейс 3. Диалоговое окно 4. Системные команды |
| 4. | Как называется логическая структура, дающая общее представление о входящих в состав компьютера устройствах и функциональных взаимосвязях между ними? | 1. Иерархическая структура 2. Совместимость компьютера 3. Архитектура компьютера 4. Конфигурация компьютера |
| 5. | Системами, организующими выполнение всех других программ и взаимодействие пользователя с персональным компьютером, называются | 1. Периферийные системы 2. Операционные системы 3. Системы технического обслуживания 4. Сервисные системы |
| 6. | При построении моделей с помощью графического редактора, управление видимостью отдельных частей изображения наиболее просто осуществляется с использованием | 1. Стандартных инструментов 2. Слоев изображения 3. Затеняющих объектов 4. Форматирования свойств |
| 7. | Метод трехмерного моделирования, при котором модель создается из ограниченного набора графических примитивов (точек, линий и т.п.) | 1. Каркасный 2. Усеченный 3. Элементарный 4. Полигональный |
| 8. | Представленная в объективной форме совокупность самостоятельных материалов, предназначенная для оперативного нахождения и обработки информации | 1. Архив 2. База данных 3. Банк данных 4. СУБД |
| 9. | Обеспечение автоматизации проектирования, представляющее собой совокупность данных, необходимых для автоматизации проектирования, представленных в заданной форме | 1. Программное 2. Техническое 3. Информационное 4. Организационное |
| 10. | Подсистема САПР, выполняющая унифицированные проектные процедуры и операции, не зависящие от объекта проектирования | 1. Независимая 2. Инвариантная 3. Унифицированная 4. Свободная |
| 11. | Понятию CALS-технологий (Computer Aided Logistics Systems) в русском языке соответствует | 1. Информационная Поддержка Изделий 2. Информационно-логическая система 3. Система непрерывного сбора, обработки и поддержки данных 4. Система автоматизированного проектирования |
| 12. | Двух- и трёхмерная система автоматизированного проектирования и черчения, разработанная компанией | 1. CorelDRAW 2. AutoCAD 3. MathCAD |

| № п/п | Вопрос | Варианты ответа |
|-------|---|---|
| | Autodesk | 4. Datamine |
| 13. | Файл, являющийся результирующей трехмерных координат, описывающих некие физические признаки | 1. Стринг 2. База данных 3. Триангуляционная поверхность 4. Сплайн |
| 14. | Вид обобщенной линейной регрессии, использующий статистические параметры для нахождения оптимальной оценки в смысле минимального среднеквадратического отклонения при построении поверхностей, кубов и карт | 1. Кригинг 2. Валидация 3. Интерполяция 4. Регрессионный анализ |
| 15. | Наименьшее содержание полезного компонента в пробе, при котором она может быть включена в контур подсчитываемых блоков запасов | 1. Критическое 2. Бортовое 3. Контурное 4. Блочное |
| 16. | Наука и технология для анализа, обработки и представления пространственно-распределенной информации с помощью статистических методов | 1. Геостатистика 2. Матстатистика 3. Системный анализ 4. Теория оптимизации |
| 17. | Программное обеспечение для геологии и планирования горных работ, поддержки добычи открытым и подземным способами, а также поисково-разведочных работ, являющееся продукцией компании Geovia | 1. MINEFRAME 2. MICROMINE 3. SURPUC 4. K-MINE |
| 18. | При автоматизированном планировании горных работ, часть уступа с относительно однородными геологическими условиями и технологическими параметрами разработки | 1. Заходка 2. Блок 3. Каркас 4. Прирезка |
| 19. | Класс задач для планирования и управления горным производством, к которому относятся транспортные задачи линейного программирования | 1. Комбинаторные задачи 2. Задачи о перемещении 3. Задачи о распределении 4. Задачи о формировании |
| 20. | Коэффициенты к базовой цене на сырье, применяемые для формирования вложенных оболочек при определении границ подземных горных работ | 1. Факторы корректировки доходов 2. Динамические коэффициенты добычи 3. Ценовые критерии добычи 4. Коэффициенты экономической корреляции |

Вариант №3

| № п/п | Вопрос | Варианты ответа |
|-------|---|---|
| 1. | Процессы, методы поиска, сбора, хранения, обработки, предоставления, распространения информации и способы осуществления таких процессов и методов | 1. Информационные технологии 2. Детерминированный анализ 3. Теория управления информацией 4. Математическое программирование |
| 2. | Система, обеспечивающая сбор, хранение, обработку, доступ, отображение и распространение пространственно-координированных данных | 1. База данных 2. Информационная система 3. Геоинформационная система 4. Навигационная система |
| 3. | Программы, служащие для вспомогательных операций обработки | 1. Дистрибутивы 2. Системные утилиты |

| № п/п | Вопрос | Варианты ответа |
|-------|--|--|
| | данных или обслуживания компьютера | 3. Прикладное программное обеспечение 4. Программное обеспечение |
| 4. | Совокупность программных комплексов, обеспечивающих решение конкретных задач при реализации тех или иных функций офисных технологий | 1. Дистрибутивы 2. Системные утилиты 3. Прикладное программное обеспечение 4. Программное обеспечение |
| 5. | Системы, расширяющие возможности операционных систем, предоставляя пользователю, а также выполняемым программам набор дополнительных услуг | 1. Периферийные системы 2. Операционные системы 3. Системы технического обслуживания 4. Сервисные системы |
| 6. | Устройство, позволяющее преобразовывать графическую информацию в цифровой формат | 1. Синхрофазотрон 2. Монитор 3. Коммуникатор 4. Дигитайзер |
| 7. | Метод трехмерного моделирования, при котором построенные технические объекты ограничены поверхностями | 1. Сплошное 2. Каркасное 3. Твердотельное 4. Полигональное |
| 8. | Форма пространственной базы данных, которая снабжается параметрами средних значений с целью моделирования объемного тела на основе данных точек и интервалов, таких как данные опробования буровых скважин | 1. Символьная модель 2. Численная модель 3. Цифровая модель 4. Блок-модель |
| 9. | Совокупность документов, устанавливающих состав, правила отбора и эксплуатации средств обеспечения автоматизации проектирования, необходимых для его выполнения | 1. Методическое обеспечение САПР 2. Техническое обеспечение САПР 3. Нормативная документация САПР 4. Программная документация САПР |
| 10. | По ГОСТ 22487-77 важнейший компонент САПР, который состоит из совокупности методического, программного, технического, информационного и организационного обеспечения процесса проектирования | 1. Локальная совокупность САПР 2. Обобщенный алгоритм САПР 3. Организационно-техническая система 4. Комплекс средств автоматизации проектирования |
| 11. | Программное обеспечение, предназначенное для создания чертежей, схем, конструкторской и технологической документации, а также 3D-моделей. | 1. Интегрированная система 2. Геоинформационная система 3. Система создания и редактирования трёхмерной графики 4. Система автоматизированного проектирования |
| 12. | Исходная информация для моделирования геометрических объектов подземной разработки | 1. Данные о парке рабочего оборудования 2. Данные опробования геологоразведочных скважин 3. Данные о годовой производственной мощности рудника 4. Все перечисленное |
| 13. | Модель, создающаяся из стринг-файлов и характеризующая рельефные поверхности и каркасные модели | 1. Детерминированная нелинейная модель 2. Стохастическая полигональная модель 3. Аналоговая линейная модель 4. Цифровая топографическая модель |
| 14. | Горные системы общего назначения обычно не включают в себя раздел | 1. Управление горным производством 2. Оценка запасов 3. Маркшейдерия |

| № п/п | Вопрос | Варианты ответа |
|-------|--|---|
| | | 4. Планирование горных работ |
| 15. | Совокупность требований к качеству и количеству полезного ископаемого в недрах, к горно-геологическим и другим условиям разработки месторождения, определяющих его промышленную ценность | 1. Нормативы месторождения 2. Минерально-сырьевые акты 3. Кондиции на минеральное сырьё 4. Подтвержденные запасы полезного ископаемого |
| 16. | Модели месторождений, представляющие набор соответствующих функций, с помощью которых в заданных областях трехмерного пространства описывается распределение каждого из признаков, характеризующих месторождение | 1. Аналитические 2. Кусочно-аналитические 3. Каркасные 4. Технические |
| 17. | Для начала проектирования подземного рудника с использованием специализированного программного обеспечения необходимо знать | 1. Ширину заходки 2. Ширину бермы 3. Бортовое содержание 4. Все вышеперечисленное |
| 18. | Метод определения оптимальных границ рудничного поля, при котором каждый выемочный блок руды в модели рудного тела имеет замкнутый объём материала сверху в форме «чаши», который должен быть удален перед извлечением данного блока | 1. Алгоритм Фибоначчи 2. Горно-экономический анализ 3. Алгоритм «плавающего» конуса 4. Алгоритм Лерча-Гроссмана |
| 19. | Метод определения поэтапных объемов вскрыши и полезного ископаемого, извлекаемых при ведении открытых горных работ с заданными параметрами | 1. Контурных коэффициентов 2. Горно-геометрический анализ 3. Инженерно-математический анализ 4. Конечных элементов |
| 20. | Независимо компилируемый программный модуль, динамически подключаемый к основной программе и предназначенный для расширения и/или использования её возможностей | 1. Скрипт 2. Макрос 3. Плагин 4. Драйвер |

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

6.3.1. Критерии оценок промежуточной аттестации (дифференцированного зачета)

| Количество правильных ответов, % | Оценка |
|----------------------------------|---------------------|
| 0-49 | Неудовлетворительно |
| 50-65 | Удовлетворительно |
| 66-85 | Хорошо |
| 86-100 | Отлично |

6.3.2. Критерии оценок промежуточной аттестации (экзамен)

| Оценка | | | |
|--|---|--|--|
| «2» (неудовлетворительно) | Пороговый уровень освоения «3» (удовлетворительно) | Углубленный уровень освоения «4» (хорошо) | Продвинутый уровень освоения «5» (отлично) |
| Студент не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки в | Студент поверхностно знает материал основных разделов и тем учебной | Студент хорошо знает материал, грамотно и по существу излагает его, допуская | Студент в полном объёме знает материал, грамотно и по существу излагает его, |

| Оценка | | | |
|---|---|--|---|
| «2» (неудовлетворительно) | Пороговый уровень освоения «3» (удовлетворительно) | Углубленный уровень освоения «4» (хорошо) | Продвинутый уровень освоения «5» (отлично) |
| ответах на вопросы | дисциплины, допускает неточности в ответе на вопрос | некоторые неточности в ответе на вопрос. | не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос |
| Не умеет находить решения большинства предусмотренных программой обучения заданий | Иногда находит решения предусмотренных программой обучения заданий | Уверенно находит решения предусмотренных программой обучения заданий | Безошибочно находит решения предусмотренных 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 |

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Рекомендуемая литература

7.1.1. Основная литература

1. Вознесенский, А. С. Компьютерные методы в научных исследованиях: учебник / А. С. Вознесенский. - 2-е изд., доп. и испр. - Москва: ИД МИСиС, 2016. - 227 с. - ISBN 978-5-906846-03-7. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1232192>

2. Тхориков, А. И. Компьютерное моделирование геомеханических процессов для прогноза напряженно-деформированного состояния при проведении выработок через целик равный трем пролетам выработки : сборник научных трудов / А. И. Тхориков, Р. О. Сотников, В. В. Глинский. — Москва : Горная книга, 2020. — 16 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/199364>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Цифровые технологии в горном деле: Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал) № 11 (специальный выпуск 37) : сборник научных трудов. — Москва : Горная книга, 2019. — 664 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/134937>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. Шкуратник, В. Л. Методика оценки вида напряженного состояния, направлений и величины главных напряжений в массиве горных пород на основе эффектов памяти в извлеченных из массива образцах : учебно-методическое пособие / В. Л. Шкуратник, А. В. Лавров. — Москва : Горная книга, 2003. — 18 с. — ISBN 0236-1493. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/3498>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

5. Ломоносов, Г. Г. Производственные процессы подземной разработки рудных месторождений: учебное пособие / Г. Г. Ломоносов. — 2-е изд. — Москва: Горная книга, 2013. — 517 с. — ISBN 978-5-98672-343-3. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/66445>

7.1.2. Учебно-методическое обеспечение

1. САПР рудников [Электронный ресурс]: Программа подготовки к экзамену по учебной дисциплине / В.В. Иванов – Электрон. дан. - СПб: Санкт-Петербургский горный университет, 2018. – Режим доступа: <http://ior.spmi.ru/>.

2. САПР рудников [Электронный ресурс] Методические указания к самостоятельной работе по учебной дисциплине: / В.В. Иванов – Электрон. дан. - СПб: Санкт-Петербургский горный университет, 2018. Режим доступа: <http://ior.spmi.ru/>.

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/>
<https://e.lanbook.com/books>.
9. Поисковые системы Yandex, Google, Rambler, Yahoo и др.
10. Система ГАРАНТ: электронный периодический справочник [Электронный ресурс] www.garant.ru/.
11. Электронно-библиотечная система издательского центра «Лань»
12. Электронная библиотека Российской Государственной Библиотеки (РГБ):
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. Методические материалы по вопросам противодействия коррупции Минтруда России <https://mintrud.gov.ru/ministry/programms/anticorruption/9>
17. Электронно-библиотечная система <http://www.sciteclibrary.ru/>

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Материально-техническое оснащение аудиторий:

Аудитории для проведения лекционных занятий.

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

Мебель: столы – 24 шт., стулья -36 шт.

Оборудование: доска для письма маркером – 1 шт., АРМ преподавателя для работы с мультимедиа – 1 шт.

Аудитории для проведения практических занятий.

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

Специализированный компьютерный класс для проведения практических занятий, оснащенный комплектом мультимедийной аудитории.

Мебель: столы – 18 шт., стулья -36 шт.

Оборудование: АРМ преподавателя для работы с мультимедиа – 1 шт., доска для письма маркером – 1 шт., системный блок с монитором – 18 шт.

8.2. Помещения для самостоятельной работы :

Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 16 посадочных мест. Рабочие места студентов, оборудованные ПК с доступом в сеть университета – 16 шт., мультимедийный проектор – 1 шт., АРМ преподавателя для работы с мультимедиа – 1 шт.

Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

8.3. Помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования:

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).

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).