

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной работе

Дата подписания: 20.03.2024 13:13:18

Уникальный идентификатор документа:

d7a26b9e8ca85e98ec3de2eb454b4659d061f249

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования

«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»

Рабочая программа дисциплины (модуля)

# ГЕОТЕХНОЛОГИИ ОСВОЕНИЯ НЕДР

## Комбинированная разработка месторождений полезных ископаемых

Закреплена за подразделением

Кафедра геотехнологий освоения недр

Направление подготовки

21.05.04 ГОРНОЕ ДЕЛО

Профиль

Квалификация **Горный инженер (специалист)**

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **6 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 216

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

зачет 9

аудиторные занятия 102

зачет с оценкой 10

самостоятельная работа 114

### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	9 (5.1)		10 (5.2)		Итого	
	УП	РП	УП	РП		
Неделя	18		17			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП	УП	РП
Лекции	17	17	17	17	34	34
Практические	34	34	34	34	68	68
В том числе инт.			5		5	
Итого ауд.	51	51	51	51	102	102
Контактная работа	51	51	51	51	102	102
Сам. работа	57	57	57	57	114	114
Итого	108	108	108	108	216	216

Программу составил(и):

*- , ст.преп., Ворошилин Константин Сергеевич*

Рабочая программа

**Комбинированная разработка месторождений полезных ископаемых**

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования - специалитет Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» по специальности 21.05.04 ГОРНОЕ ДЕЛО (приказ от 02.04.2021 г. № 119 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

21.05.04 ГОРНОЕ ДЕЛО, 21.05.04-СГД-23.plx , утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.06.2023, протокол № 5-23

Утверждена в составе ОПОП ВО:

21.05.04 ГОРНОЕ ДЕЛО, , утвержденной Ученым советом НИТУ МИСИС 22.06.2023, протокол № 5-23

Рабочая программа одобрена на заседании

**Кафедра геотехнологий освоения недр**

Протокол от 30.06.2020 г., №11

Руководитель подразделения Мельник Владимир Васильевич

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ**

1.1	- изучение научно-методического обеспечения проектирования современных высокопроизводительных технологических систем комбинированной отработки запасов угольных месторождений, использования современных критериев оптимальности и оптимизации проектных решений и методов обоснования оптимальных параметров комбинированной разработки пластовых месторождений, технологических и технических решений в области комбинированной разработки с позиций обеспечения соответствующей промышленно-экологической безопасности;
1.2	- формирование способности применять полученные знания в области проектирования технологических систем комбинированной разработки пластовых месторождений для разработки, согласования, утверждения в установленном порядке технических и технологических задач проектирования комбинированной отработки запасов пластовых месторождений твердых полезных ископаемых, необходимых горному инженеру для формирования требуемой компетентности;
1.3	- формирование способности выбирать оптимальные технологические и технические решения в области комбинированной отработки запасов угольных месторождений с соответствующим уровнем промышленно-экологической безопасности, технико-экономической эффективности и конкурентоспособности;
1.4	- формирование способности использовать методы проектирования технологических систем комбинированной отработки запасов в конкретных горно-геологических и горнотехнических условиях угольных месторождений.

**2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Блок ОП:		Б1.В.ДВ.12.04
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>	
2.1.1	Сертификация в горном деле	
2.1.2	Геомеханическая и геодинамическая безопасность	
2.1.3	Геомеханическое обеспечение горных работ	
2.1.4	Гидравлика и гидропневмопривод горных машин	
2.1.5	Гидромеханизированные и подводные горные работы	
2.1.6	Городское подземное строительство	
2.1.7	Комплексный мониторинг на горных предприятиях	
2.1.8	Маркшейдерские информационные системы в производственно-технологической деятельности	
2.1.9	Модели и методы геомеханических расчетов	
2.1.10	Обогащение и комплексная переработка углей	
2.1.11	Основы теории надежности	
2.1.12	Проектирование строительных конструкций	
2.1.13	Производственная безопасность	
2.1.14	Системы позиционирования и методы дистанционного зондирования Земли	
2.1.15	Стационарные установки	
2.1.16	Строительное дело	
2.1.17	Управление качеством минерального сырья	
2.1.18	Флотационное обогащение полезных ископаемых	
2.1.19	Электрические машины	
2.1.20	Энергетика горных предприятий	
2.1.21	ВИМ-технологии при проектировании горнодобывающих комплексов	
2.1.22	Автоматизация горных машин и установок	
2.1.23	Аудит и экспертиза промышленной безопасности	
2.1.24	Геодезические работы при строительстве	
2.1.25	Геомеханическое обеспечение подземных и открытых горных работ	
2.1.26	Геостатистика	
2.1.27	Геофизические методы изучения месторождений	
2.1.28	Гравитационные методы обогащения	
2.1.29	Интегрированные технологии добычи и переработки полезных ископаемых	
2.1.30	Комбинированные и биохимические технологии переработки сырья	
2.1.31	Маркшейдерско-геодезический мониторинг при недропользовании	
2.1.32	Математическая обработка результатов измерений	
2.1.33	Моделирование месторождений полезных ископаемых	
2.1.34	Оборудование обогатительных фабрик и установок	

2.1.35	Подземная урбанистика
2.1.36	Промышленная санитария и гигиена труда
2.1.37	Промышленная электроника
2.1.38	Процессы открытых и подземных горных работ
2.1.39	Рациональное использование и охрана природных ресурсов
2.1.40	Строительство транспортных тоннелей
2.1.41	Технологии добычи полезных ископаемых
2.1.42	Технологии переработки рудного сырья
2.1.43	Управление минеральными ресурсами
2.1.44	Химические и биохимические процессы горного производства
2.1.45	Экологическая безопасность подземного строительства
2.1.46	Электрические и электронные аппараты
2.1.47	CAD системы в горном производстве
2.1.48	Гидродинамика шахтных потоков
2.1.49	Магнитные, электрические и специальные методы обогащения
2.1.50	Маркшейдерско-геодезические приборы
2.1.51	Маркшейдерское обеспечение недропользования
2.1.52	Методы дистанционного и биоиндикационного мониторинга окружающей среды
2.1.53	Специальные главы программирования
2.1.54	Строительная механика
2.1.55	Теория разделения минералов
2.1.56	Шахтное строительство
2.1.57	Электротехническое и конструкционное материаловедение
2.1.58	Дробление, измельчение и подготовка сырья к обогащению
2.1.59	Основы архитектурно-строительного проектирования зданий и сооружений
2.1.60	Физика горных пород
2.1.61	Начертательная геометрия, инженерная и компьютерная графика
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>
2.2.1	Беспилотные технологии в маркшейдерском деле
2.2.2	Геодинамика недр
2.2.3	Инженерный анализ технологических машин
2.2.4	Исследование обогатимости полезных ископаемых
2.2.5	Комплексное освоение георесурсного потенциала месторождений
2.2.6	Международные стандарты оценки запасов минерального сырья
2.2.7	Оценка проектов горных предприятий
2.2.8	Оценка проектов предприятий горно-металлургического комплекса
2.2.9	Очистка сточных и кондиционирование оборотных вод
2.2.10	Планирование горных работ
2.2.11	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.12	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.13	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.14	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.15	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.16	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.17	Преддипломная практика
2.2.18	Преддипломная практика
2.2.19	Преддипломная практика
2.2.20	Преддипломная практика
2.2.21	Преддипломная практика
2.2.22	Преддипломная практика
2.2.23	Технология машиностроения
2.2.24	Химия и технология флотационных реагентов

2.2.25	Экологическая безопасность
2.2.26	Экономика подземного строительства
2.2.27	Электрооборудование и сети открытых и подземных горных работ

### 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Формируемые индикаторы компетенций	Литература и эл. ресурсы	Примечание	КМ	Выполняемые работы
	<b>Раздел 1. Раздел 1. Проектирование и обоснование рациональных параметров структурных элементов комбинированной отработки запасов угольных месторождений (открытая геотехнология)</b>							
1.1	Практика проектирования угледобывающих предприятий на базе комбинированной (открыто-подземной) отработки запасов угольных месторождений. Новые комбинированные технологии угледобычи за счет использования инновационного потенциала традиционных и нетрадиционных способов разработки угольных месторождений. Обоснование проектных решений по отработке угольных запасов открытым способом при комбинированной отработке запасов /Лек/	9	9		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8 Э9			
1.2	Определение рациональных границ открытых горных работ /Пр/	9	10		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3.1 Л3.2 Л3.3			
1.3	Оптимизация карьера на основе алгоритма Лерча-Гроссмана /Пр/	9	8		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3.1 Л3.2 Л3.3			
1.4	Программа оптимизации карьеров компании Earthwork по методу Лерча-Гроссмана –MaxiPit в составе пакета (системы) NPV Sheduler /Пр/	9	8		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3.1 Л3.2 Л3.3			
1.5	Проработка лекционного материала. Самостоятельное изучение литературы. Самостоятельное изучение рекомендованных открытых источников. Подготовка к дискуссии и лабораторным работам /Ср/	9	57		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3.1 Л3.2 Л3.3			

	<b>Раздел 2. Раздел 2. Проектирование и обоснование рациональных параметров структурных элементов комбинированной отработки запасов угольных месторождений (технология КГРП)</b>							
2.1	Основные аспекты безлюдной подземной технологии с применением КГРП. Вскрытие, подготовка, элементы системы разработки. Технологические схемы работы КГРП. Технические решения технологии КГРП. Порядок определения и учета проектных потерь при добыче угля КГРП. Обоснование геомеханических параметров выемки угля с применением КГРП. /Лек/	9	8		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8 Э9			
2.2	Изучение циклограммы работы КГРП /Пр/	9	8		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3.1 Л3.2 Л3.3			
2.3	Порядок определения эксплуатационных потерь при добыче угля КГРП /Пр/	10	8		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3.1 Л3.2 Л3.3			
2.4	Определение ширины межкамерных целиков при работе КГРП /Пр/	10	8		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3.1 Л3.2 Л3.3			
2.5	Проработка лекционного материала. Самостоятельное изучение литературы. Самостоятельное изучение рекомендованных открытых источников. Подготовка к лабораторным работам /Ср/	10	30		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3.1 Л3.2 Л3.3			
	<b>Раздел 3. Раздел 3. Проектирование и обоснование рациональных параметров структурных элементов комбинированной отработки запасов угольных месторождений (подземная геотехнология)</b>							

3.1	Обоснование проектных решений модульной геотехнологической структуры «шахта-лава». Функциональные элементы технологической структуры «шахта-лава». Экономико-математическая модель оптимизации основных параметров технологической структуры «шахта-лава». Область эффективного применения технологической структуры «шахта-лава». /Лек/	10	17		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3. 1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8 Э9			
3.2	Установление рациональных параметров технологической структуры «шахта-лава» методом экономико-математического моделирования /Пр/	10	8		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3. 1 Л3.2 Л3.3			
3.3	Результаты оптимизации с установлением области эффективного применения /Пр/	10	10		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3. 1 Л3.2 Л3.3			
3.4	Проработка лекционного материала. Самостоятельное изучение литературы. Самостоятельное изучение рекомендованных открытых источников. Подготовка к лабораторным работам /Ср/	10	27		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3. 1 Л3.2 Л3.3			

### 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

**5.1. Вопросы для самостоятельной подготовки к экзамену (зачёту с оценкой)**

Вопросы для самостоятельной подготовки к зачету (9 семестр) и к зачету с оценкой (10 семестр) (УК-7.2, УК-8.2, ОПК-9.1, ПСК-15.1, ПСК-15.3):

1. Основные составляющие методологии комбинированной отработки пластовых месторождений
2. Технологические схемы работы КГРП
3. Основные функциональные составляющие технологической структуры «шахта-лава»
4. Преимущества и недостатки открытой и подземной геотехнологии, технологии КГРП
5. Алгоритм Лерча-Гроссмана
6. Метод экономико-математического моделирования при оптимизации основных параметров технологической структуры «шахта-лава»
7. Концепция модульных технологий при комбинированной отработке запасов угольных месторождений
8. Критерии оптимальности при установлении рациональных границ карьеров
9. Оптимальные параметры технологических структур «шахта-лава»
10. Концепция открыто-подземного способа отработки запасов угольных месторождений
11. Основные составляющие алгоритма Лерча-Гроссмана
12. Горно-геометрический анализ при установлении рациональных границ карьеров
13. Геотехнологические решения агрегирования и структура модульных шахтоучастков
14. Основные подходы к установлению рациональных границ карьеров
15. Основные горно-геологические характеристики, принимаемые к учету при экономико-математическом моделировании при оптимизации основных параметров технологических структур «шахта-лава»
16. Оптимизация карьера на основе алгоритма Лерча-Гроссмана
17. Циклограмма работы КГРП
18. Оптимизационные параметры технологических структур «шахта-лава»
19. Стадии процесса определения оптимальных границ карьера
20. Алгоритм определения уровня потерь при работе КГРП
21. Основные горнотехнические характеристики, принимаемые к учету при экономико-математическом моделировании при оптимизации основных параметров технологических структур «шахта-лава»
22. Проблемы методологии проектирования рациональных вариантов технологических схем комбинированной отработки угольных месторождений
23. Основные циклы работы КГРП
24. Критерии оптимальности для оценки проектных решений комбинированной отработки пластовых месторождений
25. Методы оценки граничного коэффициента вскрыши
26. Определение ширины межкамерных целиков при работе КГРП
27. Экономико-математическая модель определения рациональных параметров технологической структуры «шахта-лава»
28. Двумерный алгоритм Лерча-Гроссмана
29. Технические решения КГРП
30. Технологические варианты «шахта-лава»
31. Трехмерный алгоритм Лерча-Гроссмана
32. Производственные процессы при работе КГРП
33. Пространственно-планировочные решения технологической структуры «шахта-лава»
34. Программный комплекс NPV Scheduler автоматизации процессов проектирования и планирования карьеров
35. Формирование выемочных выработок при работе КГРП
36. Концепция открыто-подземного способа отработки запасов угольных месторождений
37. Системный подход к обоснованию проектных решений комбинированной отработки запасов угольных месторождений
38. Потери при раскройке выемочных полей КГРП
39. Определение допустимых углов откоса бортов карьера
40. Принцип прогрессивной эволюции технологических систем комбинированной отработки запасов угольных месторождений
41. Основные количественные и качественные параметры технологической структуры «шахта-лава»
42. Методы горно-геометрического анализа
43. Организация работы КГРП
44. Информационное обеспечение проектирования технологических систем комбинированной отработки запасов угольных месторождений
45. Метод горно-геометрического анализа Рутковского
46. Система разработки при работе КГРП
47. Расчет и обоснование производственной мощности шахты технологических структур «шахта-лава»
48. Структура оценочных критериев качества проектных решений технологических систем комбинированной отработки запасов угольных месторождений
49. Метод горно-геометрического анализа Ржевского
50. Этапы подготовки запасов при работе КГРП
51. Элементы системы разработки при работе КГРП
52. Порядок определения и учета проектных потерь при добыче угля КГРП
53. Алгоритм Лерча-Гроссмана
54. Порядок отработки запасов при комбинированной отработке запасов угольных месторождений
55. Концепция модульных технологий при комбинированной отработке запасов угольных месторождений
56. Комплексный подход к обоснованию проектных решений комбинированной отработки запасов угольных



месторождений

57. Проекты строительства высокопроизводительных угольных шахт на базе технологической структуры «шахта-лава»
58. Общие сведения о алгоритме Лерча-Гроссмана
59. Основные направления научно-технического прогресса в процессе комбинированной отработки запасов угольных месторождений
60. Исходные материалы для обоснования рациональных параметров технологических структур «шахта-лава»
61. Аналитические методы определения оптимальных границ карьера
62. Порядок определения эксплуатационных потерь при добыче угля КГРП
63. Функциональные элементы технологической структуры «шахта-лава»
64. Методы моделирования и оптимизации рациональных границ карьера
65. Угледобывающая технология «восходящий поток»
66. Сверхнормативные потери при работе КГРП
67. Порядок учета потерь при работе КГРП
68. Метод экономико-математического моделирования при оптимизации параметров технологических структур «шахта-лава»
69. Методы оценки граничного коэффициента вскрыши
70. Обоснование геомеханических параметров выемки угля с применением КГРП
71. Содержание циклограммы работы КГРП
72. Концепция модульных технологий при комбинированной отработке запасов угольных месторождений
73. Двух – и трехмерный алгоритмы Лерча-Гроссмана
74. Производственные процессы в технологических структурах «шахта-лава»
75. Рациональные параметры, обеспечивающие безубыточную работу технологических структур «шахта-лава»

Вопросы к защите практических работ:

Практическая работа 1

1. Какой критерий является основным для установления границ открытых горных работ?
2. Какие подходы используются в настоящее время для установления граничного коэффициента вскрыши?
3. Назовите основные стадии процесса установления оптимальных границ разреза.
4. Назовите методы оценки граничного коэффициента вскрыши.
5. Дайте понятие граничный коэффициент вскрыши.

Практическая работа 2

1. Назовите ограничивающие параметры при использовании алгоритма Лерча-Гроссмана.
2. Назовите основные составляющие алгоритма Лерча-Гроссмана.
3. Дайте характеристику регулярной блочной модели месторождения.
4. Дайте характеристику регулярной каркасной модели месторождения.
5. По каким критериям производится оптимизация в программе Maxipit, которая также, как и Gemcom Whittle использует алгоритм Лерча-Гроссмана.

Практическая работа 3

1. Охарактеризуйте процесс оптимизации усреднения полезного ископаемого.
2. Охарактеризуйте процесс определения допустимых углов откоса бортов карьера.
3. Какие критерии используются в процессе оптимизации?
4. Что создает данная программа?
5. Что рассчитывается на выходе из программы?

Практическая работа 4

1. Что представляет из себя циклограмма работы КГРП?
2. Какие циклы работы включает в себя циклограмма?
3. Назовите временные интервалы основных циклов работы КГРП.

Практическая работа 5

1. Что входит в первоначальные эксплуатационные потери работы КГРП?
2. Как определяется уровень потерь при выбуривании пласта?
3. Как определяются потери в целиках между выработками?
4. Назовите основные составляющие алгоритма расчета целиков.
5. Как определяются потери при раскройке?

Практическая работа 6

1. От чего зависит максимальная ширина межкамерного целика?
2. Какой уровень потерь формируется в межкамерных целиках?
3. На каком уровне принимается ширина межкамерного целика?
4. Как определяется несущая способность целика?
5. Как определяется коэффициент структурного ослабления?

Практическая работа 7

1. Какие горно-геологические характеристики оказывают влияние на параметры технологических структур «шахта-лава»?
2. Какие горнотехнические характеристики оказывают влияние на параметры технологических структур «шахта-лава»?

3. Какие параметры технологических структур «шахта-лава» подлежат оптимизации?
4. Какой критерий оптимальности используется при оптимизации?
5. Чему равен период оптимизации?

#### Практическая работа 8

1. Какой программный продукт используется в целях оптимизации?
2. При каких значениях горно-геологических характеристик формируется безубыточная работа технологических структур «шахта-лава»?
3. В каких пределах находится длина выемочного столба?
4. В каких пределах находится рациональная длина лавы?
5. Какая минимальная нагрузка на очистной забой приводит к безубыточной работе технологических структур «шахта-лава»?

#### Материалы для оценивания знаний:

1. Основные методические аспекты обоснования параметров комбинированных технологий отработки запасов угольных месторождений
2. Отечественный и зарубежный опыт открыто-подземного способа отработки запасов.
3. Методология конструирования и научного обоснования вариантов комбинированной технологии
4. Горно-экономические параметры, на которые оказывает влияние величина потерь и разубоживания угля при комбинированной отработке запасов.
5. Алгоритм интеграции процессов и схем на этапах вскрытия, подготовки и отработки пластов при комбинированной отработке
6. Методические положения и технологические принципы проектирования комбинированной разработки при освоения угольных месторождений, в том числе и по безвзрывной технологии ведения горных работ для ускоренного ввода в действие производственных мощностей с минимальными капитальными и эксплуатационными затратами.
7. Алгоритм синтеза модульных шахтоучастков с пространственно-временной и структурной увязкой элементов, открытой и подземной технологии ведения горных работ для снижения потерь угля в недрах и сокращения сроков перехода от открытых к подземным горным работам.
8. Методы определения рациональных параметров технологических звеньев модульных шахтоучастков для угольных разрезов для снижения себестоимости и экологической нагрузки на природную среду.
9. Методы обеспечения поточности технологических процессов угледобычи модульных шахтоучастков для повышения производительности и их адаптации к горно-геологическим условиям ведения горных работ на угольных разрезах;
10. Методы увеличения коэффициента извлечения запасов угля по эффективным технологиям и продления срока эксплуатации угледобывающих предприятий при комбинированной отработке запасов.
11. Область рационального применения комбинированной (открыто-подземной) геотехнологии.
12. Метод построение каркасной модели месторождения.
13. Метод построение блочной модели месторождения.
14. Метод оптимизации карьера на основании алгоритма Лерча-Гроссмана, с поиском оптимальных границ в первом приближении.
15. Метод оптимизации в программах, моделирующих NPV проекта, на основании предварительно определенных сроков освоения производственной мощности, производительности карьера, капитальных затрат.
16. Процесс «сглаживания» календарного графика по вскрышным работам, с учетом соблюдения рационального режима горных работ.
17. Методы определения граничного коэффициента вскрыши.
18. Методы горно-геометрического анализа.
19. Схема к расчету эксплуатационных потерь в целиках при работе КГРП.
20. Основные параметры пласта, выбуриваемого с применением КГРП.
21. Основные элементы системы разработки КГРП
22. Алгоритм расчета целиков при работе КГРП.
23. Схема к расчету потерь в целиках, оставляемых при раскройке поля.
24. Обоснование геомеханических параметров выемки угля с применением КГРП.
25. Функциональные элементы технологической структуры «шахта-лава».
26. Угледобывающая технология «восходящий поток» в системе технологических структур шахта-лава.
27. Метод экономико-математического моделирования при оптимизации параметров технологических структур «шахта-лава».
28. Рациональные параметры и условия применения технологической структуры «шахта-лава».

#### Материалы для оценивания умений:

1. Факторы, определяющие область использования комбинированной отработки запасов угольных месторождений.
2. Граничный коэффициент вскрыши.
3. Методика определения граничного коэффициента вскрыши.
4. Критерии оптимальности при установлении рациональных границ карьера.
5. Определение производственной мощности карьера и шахты в детерминированной и вероятностной постановках.
6. Факторы, влияющие на выбор способов вскрытия и подготовки.
7. Основные требования технического и организационного характера при выборе системы вскрытия.
8. Основные задачи при оптимизации технологических схем и параметров вскрытия и подготовки.
9. Классификация схем вскрытия.

10. Классификация способов вскрытия.
11. Классификация схем и способов подготовки запасов.
12. Системы разработки.
13. Технологические структуры отработки запасов «шахта-лава».
14. Технологические схемы работы КГРП.
15. Техническое обеспечение подземной и открытой геотехнологии, технологии КГРП.
16. Циклограммы работы горнодобывающего оборудования.
17. Программное обеспечение задач оптимизации параметров комбинированной технологии отработки запасов.
18. Оценка технико-экономической эффективности комбинированной технологии.
18. Синтез отдельных элементов комбинированной технологии в единую функциональную технологическую систему.
19. Основные горно-геологические и горнотехнические ограничивающие факторы комбинированной отработки запасов угольных месторождений.
20. Период оптимизации параметров комбинированной отработки запасов

Материалы для оценивания навыков:

1. Способы разрушения массива при открытой и подземной геотехнологии, технологии КГРП
2. Геомеханические особенности открытой и подземной геотехнологии, технологии КГРП
3. Механизм воздействия горного давления на очистные выработки.
4. Выбор способа управления горным давлением в очистных забоях.
5. Факторы, влияющие на выбор технологии проведения горных выработок.
6. Обоснование выбора комплекса горнодобывающего оборудования.
7. Обоснование размеров (сечения) подготовительных выработок.
8. Обоснование выбора крепи вскрывающих выработок.
9. Обоснование выбора крепи подготовительных выработок.
10. Организация работ при проведении выработок. Составление паспорта проведения.
11. Основные и вспомогательные операции при проведении выработок.
12. Выбор схемы проветривания очистного забоя.
13. Выбор схемы проветривания подготовительного забоя.
14. Оценка систем разработки комбинированной разработки запасов угольных месторождений..
15. Факторы, влияющие на выбор систем разработки.
16. Требования, предъявляемые к системам разработки.
17. Классификация пластовых систем разработок.
18. Сущность сплошной системы разработки, область применения, достоинства и недостатки.
19. Основные параметры системы разработки.
20. Основные технико-экономические показатели систем разработки, пути совершенствования.
21. Составные элементы комбинированной отработки запасов угольных месторождений.
22. Процедура синтеза элементов комбинированной отработки запасов угольных месторождений.
23. Варианты отображения оптимального карьера в виде блочной структуры.
24. Варианты отображения оптимального карьера в виде блочной структуры и контуров.
25. Геотехнологические решения агрегирования и структура модульных шахтоучастков.

### **5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (модулю, практике, НИР) - эссе, рефераты, практические и расчетно-графические работы, курсовые работы, проекты и др.**

По дисциплине предусмотрено выполнение 8 лабораторных работ, направленных на контроль компетенций (УК-7.2, УК-8.2, ОПК-9.1, ПСК-15.1, ПСК-15.3):

- Практическая работа 1 - Определение рациональных границ открытых горных работ  
 Практическая работа 2 - Оптимизация карьера на основе алгоритма Лерча-Гроссмана  
 Практическая работа 3 - Программа оптимизации карьеров компании Earthwork по методу Лерча-Гроссмана –MaxiPit в составе пакета (системы) NPV Sheduler компании Datamine  
 Практическая работа 4 - Изучение циклограммы работы КГРП  
 Практическая работа 5 - Порядок определения эксплуатационных потерь при добыче угля КГРП  
 Практическая работа 6 - Определение ширины межкамерных целиков при работе КГРП  
 Практическая работа 7 - Установление рациональных параметров технологической структуры «шахта-лава» методом экономико-математического моделирования  
 Практическая работа 8 - Результаты оптимизации с установлением области эффективного применения

В процессе текущего контроля предусмотрено промежуточное тестирование, в конце семестра предусмотрено итоговое тестирование, направленное на контроль компетенций ( ).

### **5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.)**

По дисциплине предусмотрен зачет (9 семестр) и зачет с оценкой (10 семестр).

- При текущей аттестации обучающихся оценка сформированности компетенций осуществляется на занятиях:
- лекционного типа посредством собеседования с обучаемыми (опрос обучаемых), в том числе по темам, вынесенным для самостоятельного изучения обучаемыми;
  - семинарского типа посредством опроса, собеседования обучаемых в ходе практических занятий.

#### 5.4. Методика оценки освоения дисциплины (модуля, практики. НИР)

В методическом плане оценка освоения дисциплины производится в соответствии со шкалой оценивания компетенций.

Шкала оценивания компетенций:

«отлично» – обучающийся правильно, четко, аргументировано и в полном объеме изложил содержание теоретических экзаменационных вопросов, успешно выполнил практические задания, убедительно ответил на все дополнительные вопросы, показал высокий уровень сформированных компетенций;

«хорошо» – обучающийся правильно, но не достаточно полно изложил содержание теоретических экзаменационных вопросов, успешно выполнил практические задания, испытывал затруднения при ответе на дополнительные вопросы, показал продвинутый уровень сформированных компетенций;

«удовлетворительно» – обучающийся изложил содержание основные положения теоретических экзаменационных вопросов, правильно выполнил практическое задание, испытывал серьезные затруднения при ответах на дополнительные вопросы, показал пороговый уровень сформированных компетенций;

«неудовлетворительно» – обучающийся не справился с большинством теоретических экзаменационных вопросов и (или) не справился с выполнением практических заданий.

Дисциплина считается освоенной при выполнении следующих условий:

- текущий лекционный контроль имеет положительные оценки ("удовлетворительно"; "хорошо"; "отлично");

- выполнены и защищены все практические работы;

- промежуточное и итоговое тестирование выполнено с результатами:

от 25 и менее 50 % – «удовлетворительно»

от 50 и менее 75 % – «хорошо»

от 75 до 100 – %«отлично»;

Критерии оценивания тестирования:

от 0 и менее 25 % – «неудовлетворительно» ("не зачтено")

от 25 и менее 50 % – «удовлетворительно» ("зачтено")

от 50 и менее 75 % – «хорошо» ("зачтено")

от 75 до 100 – %«отлично» ("зачтено")

Зачет (семестр 9) и зачет с оценкой (дифференцированный зачет) (семестр 10) выставляются при выполнении следующих условий:

- текущий лекционный контроль имеет положительные оценки ("удовлетворительно"; "хорошо"; "отлично");

- выполнены и защищены все практические работы;

- итоговое тестирование выполнено с результатами:

от 25 и менее 50 % – «удовлетворительно»

от 50 и менее 75 % – «хорошо»

от 75 до 100 – %«отлично».

### 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

#### 6.1. Рекомендуемая литература

##### 6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Городниченко В. И., Дмитриев А. П.	Основы горного дела: учебник для вузов: учебник	Электронная библиотека	Москва: Горная книга, 2008
Л1.2	Пучков Л. А., Жежелевский Ю. А.	Подземная разработка месторождений полезных ископаемых. Т.2: учебник для студ. вузов	Библиотека МИСиС	М.: Горная книга, 2013
Л1.3	Бурчаков А. С., Малкин А. С., Устинов М. И., Бурчаков А. С.	Проектирование шахт: учебник для студ. вузов, обуч. по спец. "Технология и комплексная механизация подзем. разработки месторождений полез. ископ."	Библиотека МИСиС	М.: Недра, 1985

##### 6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Каплунов Д. Р., Рыльникова М. В.	Комбинированная разработка рудных месторождений: учебное пособие	Электронная библиотека	Москва: Горная книга, 2012

##### 6.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
ЛЗ.1	Казикаев Д. М.	Комбинированная разработка рудных месторождений: учебник для вузов: учебник	Электронная библиотека	Москва: Горная книга, 2008
ЛЗ.2	Казикаев Д. М.	Комбинированная разработка рудных месторождений: учебник для студ. вузов, обуч. по спец. "Подзем. разработка месторож. полез. ископаемых"	Библиотека МИСиС	М.: Горная книга, 2008
ЛЗ.3	Абрамов В. Ф., Толстых С. А.	Повторная и комбинированная разработка рудных месторождений: учеб. пособие	Библиотека МИСиС	, 1990

### 6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э1	Официальный сайт по недропользованию РФ	<a href="http://www.rosnedra.com/">http://www.rosnedra.com/</a>
Э2	Официальный сайт министерства природных ресурсов РФ	<a href="http://www.mnr.gov.ru/">http://www.mnr.gov.ru/</a>
Э3	Электронный курс "Комбинированная разработка пластовых месторождений" на платформе LMS Canvas	<a href="http://lms.misis.ru">http://lms.misis.ru</a>
Э4	Электронная библиотека НИТУ МИСиС	<a href="http://elibrary.misis.ru/login.php">http://elibrary.misis.ru/login.php</a>
Э5	Университетская библиотека онлайн	<a href="http://biblioclub.ru/">http://biblioclub.ru/</a>
Э6	ЭБС "Лань"	<a href="https://e.lanbook.com">https://e.lanbook.com</a>
Э7	Единое окно доступа к образовательным ресурсам	<a href="http://window.edu.ru">http://window.edu.ru</a>
Э8	ScienceDirect - база полнотекстовых научных журналов и книг издательства Эльзевир	<a href="http://www.elsevierscience.ru/">http://www.elsevierscience.ru/</a>
Э9	Scopus - единая реферативная база данных научных публикаций	<a href="http://www.scopus.com">www.scopus.com</a>

### 6.3 Перечень программного обеспечения

П.1	Microsoft Office
П.2	LMS Canvas
П.3	MS Teams

### 6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

И.1	Научная электронная библиотека - <a href="http://www.elibrary.ru">www.elibrary.ru</a>
И.2	ЭЛЕКТРОННАЯ БИБЛИОТЕКА МИСиС - <a href="http://lib.misis.ru">lib.misis.ru</a>
И.3	ЭБС УНИВЕРСИТЕТСКАЯ БИБЛИОТЕКА - <a href="http://biblioclub.ru">biblioclub.ru</a>
И.4	Бесплатный некоммерческий справочно-образовательный портал - <a href="http://www.geokniga.org">www.geokniga.org</a>
И.5	Патентная библиотека - <a href="https://www1.fips.ru/">https://www1.fips.ru/</a>
И.6	Закон «О недрах» РФ - <a href="http://www.cntd.ru">www.cntd.ru</a>
И.7	Электронная библиотека диссертаций - <a href="http://www.diss.rsl.ru/">http://www.diss.rsl.ru/</a>
И.8	Роснедра (Федеральное агентство по недропользованию - <a href="https://www.rosnedra.gov.ru/">https://www.rosnedra.gov.ru/</a>
И.9	Горное дело – программно-информационный комплекс - <a href="https://bibl.gorobr.ru/">https://bibl.gorobr.ru/</a>
И.10	Издательство: «Горная книга» - <a href="http://www.gornaya-kniga.ru">www.gornaya-kniga.ru</a>
И.11	ГИАБ – <a href="http://www.GIAB-online.ru">www.GIAB-online.ru</a>
И.12	Scopus - единая реферативная база данных научных публикаций - <a href="http://www.scopus.com">www.scopus.com</a>
И.13	Единое окно доступа к образовательным ресурсам - <a href="http://window.edu.ru">http://window.edu.ru</a>

## 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ауд.	Назначение	Оснащение
Читальный зал электронных ресурсов		комплект учебной мебели на 55 мест для обучающихся, 50 ПК с доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus.
Холл библиотеки (Г)	Библиотека:	комплект специализированной мебели

Любой корпус Учебная аудитория	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и/или для проведения практических занятий:	доска, комплект учебной мебели на 30 посадочных мест
Любой корпус Мультимедийная	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и/или для проведения практических занятий:	комплект учебной мебели до 36 мест для обучающихся, мультимедийное оборудование, магнитно-маркерная доска, рабочее место преподавателя, ПКс доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus
G-418	Учебная аудитория	стационарный компьютер 1 шт, пакет лицензионных программ MS Office, набор демонстрационного оборудования, в том числе: доска учебная, мультимедийный проектор, экран проекционный, комплект учебной мебели

## 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Подготовка к лекциям.

Подготовка к лекционному занятию включает выполнение всех видов заданий, рекомендованных к каждой лекции, т.е. задания выполняются еще до лекционного занятия по соответствующей теме.

В ходе лекционных занятий необходимо вести конспектирование учебного материала, обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации. При необходимости задавать преподавателю уточняющие вопросы.

Работая над конспектом лекций, Вам всегда необходимо использовать не только учебник, но и ту литературу, которую дополнительно рекомендовал лектор. Именно такая серьезная, кропотливая работа с лекционным материалом позволит глубоко овладеть теоретическим материалом.

Подготовка к практическим или лабораторным занятиям

Подготовку к каждому практическому или лабораторному занятию Вы должны начать с ознакомления с планом практического или лабораторного занятия, который отражает содержание предложенной темы. Тщательное продумывание и изучение вопросов плана основывается на проработке текущего материала лекции, а затем изучения обязательной и дополнительной литературы, рекомендованной к данной теме. Все новые понятия по изучаемой теме необходимо выучить наизусть и внести в глоссарий, который целесообразно вести с самого начала изучения курса.

В процессе подготовки к практическим или лабораторным занятиям, Вам необходимо обратить особое внимание на самостоятельное изучение рекомендованной литературы. При всей полноте конспектирования лекции в ней невозможно изложить весь материал из-за лимита аудиторных часов. Поэтому самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной литературой, материалами периодических изданий и Интернета является наиболее эффективным методом получения дополнительных знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала, формирует у Вас отношение к конкретной проблеме.

Ваша самостоятельная работа может осуществляться в аудиторной и внеаудиторной формах. Самостоятельная работа в аудиторное время включает:

1. Самостоятельную работу по теоретическому курсу: аудиторную самостоятельную работу на лекциях, работу с лекционным материалом после лекции, выполнение дополнительных индивидуальных заданий на практических занятиях и лабораторных работах. Самостоятельная работа на лекции выполняется в конце каждой лекции и заключается в решении небольшой задачи, поставленной преподавателем по материалу прочитанной лекции.

Каждый студент имеет контрольный лист, на котором указывается фамилия, имя, отчество, группа, номер лекции, дата, задание и ответ (решение) задачи. После занятий преподаватель проверяет правильность выполнения заданий и, при необходимости, дает на следующем занятии или на консультации дополнительное задание для исправления допущенных ошибок.

Анализ контрольных листов позволяет преподавателю оценить усвоение материала каждой лекции каждым студентом и параллельно – учесть посещаемость лекций. Материал пропущенной лекции студент должен сдавать преподавателю в письменной форме в часы консультаций.

Работа с лекцией включает в себя дополнение конспекта сведениями из рекомендованной литературы (с указанием использованного источника).

Возможны выступления студентов на лекции по отдельным вопросам обсуждаемой темы (проработанные самостоятельно под руководством преподавателя); сообщения занимают 7...10 мин. Такие выступления помогают четко выражать свои мысли, аргументировано излагать и отстаивать свою точку зрения при ответе на вопросы. Самостоятельное изучение практического материала планируется из расчета 0,3 ч на 1 ч лекции.

Работа с материалом лекции, выполненная через один-два дня после ее прослушивания, позволяет выделить неясные моменты, которые необходимо либо самостоятельно разобрать, пользуясь рекомендованными литературными источниками, либо обсудить с преподавателем на ближайшей консультации. Такой самоконтроль может войти в объем самостоятельной работы студента, предусмотренный рабочей программой.

Обработка полученных результатов заключается в определенную форму.

2. Аудиторную самостоятельную работу на практических и лабораторных занятиях по программе дисциплины. Они обеспечивают получение навыков и умений, необходимых при изучении данной дисциплины, а также необходимых в последующем обучении и трудовой деятельности. Кроме того, они обеспечивают общение участников в диалоговом

режиме и дают опыт совместного участия в решении проблем.

### 3. Внеаудиторную самостоятельную работу.

Перечень лабораторных и практических работ, а также список учебных и методических пособий для этих работ вывешивается в лаборатории и студенты имеют возможность подготовиться к выполнению этих работ. Внеаудиторная самостоятельная работа по лабораторным и практическим занятиям включает подготовку к выполнению работ, обработку полученных результатов, защиту работ.

Подготовка заключается в ознакомлении с названием, целью работы, основными теоретическими положениями и методическими указаниями по ее выполнению. Следует также подготовить к заполнению таблицы, приведенные в разделе «Порядок выполнения и оформления работы».

При выполнении расчетов, заполнении таблиц, построении графиков.

Правильно выполненным является график, на осях координат которого показаны параметры и указана их размерность. На осях указаны числа одного порядка, т.е. либо десятые доли, либо целые числа, либо сотни и т.д. Точные координаты экспериментальной точки на осях не показывают, но, поскольку все выполнено в масштабе, их легко установить.

Защита практических работ проводится с применением интерактивного режима. Студенту предстоит выполнить лабораторную работу и защитить ее в диалоговом режиме.

Защита практических работ по дисциплине «Комбинированная разработка месторождений полезных ископаемых» проводится с использованием мультимедийных средств. Каждому студенту необходимо определить оптимальные проектные параметры и обосновать свое решение.

Самостоятельная работа по подготовке к выполнению и защите лабораторных работ планируется из расчета 1ч на 1ч занятий.

Подготовка к промежуточной аттестации.

При подготовке к промежуточной аттестации целесообразно:

- внимательно изучить перечень вопросов и определить, в каких источниках находятся сведения, необходимые для ответа на них;
- внимательно прочитать рекомендованную литературу;
- составить краткие конспекты ответов (планы ответов).