

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе


_____ Н.В.Лобов

« 24 » мая _____ 20 22 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: Методы расчета напряженно-деформированного состояния
подработанного массива

(наименование)

Форма обучения: _____ очная
(очная/очно-заочная/заочная)

Уровень высшего образования: _____ специалитет
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

Общая трудоёмкость: _____ 180 (5)
(часы (ЗЕ))

Направление подготовки: _____ 21.05.05 Физические процессы горного или
нефтегазового производства
(код и наименование направления)

Направленность: _____ Физические процессы горного или нефтегазового
производства (СУОС)
(наименование образовательной программы)

1. Общие положения

1.1. Цели и задачи дисциплины

Цель учебной дисциплины - формирование комплекса знаний о методах расчета напряженно-деформированного состояния подработанного массива с позиции механики сплошных сред и использовании результатов расчета при обосновании рационального и комплексного освоения месторождений полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных объектов.

Задачи учебной дисциплины:

- формирование знаний методов и средств механики сплошной среды, используемых для определения напряженно-деформированного состояния массива горных пород;
- формирование умений прогнозировать напряженно-деформированное состояние подработанного массива горных пород, проводить оценку влияния добычи полезных ископаемых на окружающую среду, в том числе с использованием IT-технологий;
- формирование навыков владения методами расчета напряженно-деформированного состояния подработанного массива горных пород, проведения экспертизы технических и технологических проектных решений при добыче полезных ископаемых.

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

Горные породы и полезные ископаемые; месторождения полезных ископаемых; подработанный массив горных пород; подземные объекты; сплошные среды; напряженно-деформированное состояние; понятия и законы механики сплошных сред.

1.3. Входные требования

Не предусмотрены

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-1.1	ИД-1ПК-1.1	Знает методы и средства механики сплошной среды, используемые для определения напряженно-деформированного состояния массива горных пород	Знает горно-геологические условия залегания полезных ископаемых, объекты профессиональной деятельности, принципы рационального и комплексного освоения месторождений полезных ископаемых, основные принципы строительства и эксплуатации подземных объектов, IT-технологии	Контрольная работа

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-1.1	ИД-2ПК-1.1	Умеет прогнозировать напряженно-деформированное состояние подработанного массива горных пород, проводить оценку влияния добычи полезных ископаемых на окружающую среду, в том числе с использованием ИТ-технологий	Умеет анализировать горно-геологические условия, проводить контроль состояния, обрабатывать и интерпретировать результаты наблюдений при обосновании решений по рациональному и комплексному освоению месторождений полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных объектов, в том числе с использованием ИТ-технологии	Защита лабораторной работы
ПК-1.1	ИД-3ПК-1.1	Владеет методами расчета напряженно-деформированного состояния подработанного массива горных пород, навыками проведения экспертизы технических и технологических проектных решений при добыче полезных ископаемых	Владеет навыками проводить контроль состояния объектов профессиональной деятельности, обосновывать решения по рациональному и комплексному освоению месторождений полезных ископаемых	Экзамен

3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		10	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	48	48	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	22	22	
- лабораторные работы (ЛР)	24	24	
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)			
- контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	96	96	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен	36	36	
Дифференцированный зачет			
Зачет			
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	180	180	

4. Содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
10-й семестр				
Введение в механику сплошных сред. Теория упругости.	8	8	0	36
Тема 1. Введение в механику сплошных сред. Область применения. Достоинства и недостатки. Тема 2. Напряжения и деформации. Тензор напряжений. Тензор деформаций. Тема 3. Основные уравнения теории упругости для однородной изотропной среды. Тема 4. Физические уравнения теории упругости для трансверсально-изотропной среды. Тема 5. Определение исходного поля напряжений массива пород.				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Основы теории пластичности и ползучести.	10	10	0	44
Тема 6. Основы теории пластичности. Тема 7. Параметрическое обеспечение упруго-пластической модели среды для оценки напряженно-деформированного состояния подработанного массива. Тема 8. Основы теории ползучести. Тема 9. Параметрическое обеспечение упруго-вязко-пластической модели среды для оценки напряженно-деформированного состояния подработанного массива.				
Методы механики сплошных сред для оценки напряженно-деформированного состояния подработанного массива.	4	6	0	16
Тема 10. Выбор и обоснование модели механики сплошной среды для оценки напряженно-деформированного состояния подработанного массива.				
ИТОГО по 10-му семестру	22	24	0	96
ИТОГО по дисциплине	22	24	0	96

Тематика примерных лабораторных работ

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
1	Построение геометрической модели рассматриваемого участка породного массива в среде конечно-элементного моделирования.
2	Моделирование совместной отработки породных пластов с помощью ИТ-технологий.
3	Выбор и обоснование математической модели механики сплошной среды для оценки влияния добычи полезного ископаемого на напряженно-деформированного состояния породного массива в среде конечно-элементного моделирования.
4	Параметрическое обеспечение математической модели для оценки напряженно-деформированного состояния породного массива в среде конечно-элементного моделирования.
5	Обоснование параметров сетки конечных элементов для оценки напряженно-деформированного состояния породного массива в программном комплексе.
6	Разбиение геометрической модели участка породного массива конечно-элементной сеткой в программном комплексе.
7	Обоснование граничных условий рассматриваемого участка породного массива для оценки его напряженно-деформированного состояния в рамках модели механики сплошной среды.
8	Прогноз напряженно-деформированного состояния вмещающего выработки породного массива в упругой постановке с помощью ИТ-технологий.

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
9	Оценка влияния добычи полезных ископаемых на напряженно-деформированное состояние вмещающего выработки породного массива с помощью ИТ-технологий.
10	Прогноз напряженно-деформированного состояния вмещающего выработки породного массива в упруго-пластической постановке с помощью ИТ-технологий.
11	Оценка влияния добычи полезных ископаемых на напряженно-деформированное состояние вмещающих выработки пород, учитывая их способность пластически деформироваться, с помощью ИТ-технологий.
12	Определение оптимальных параметров отработки запасов месторождения на основе анализа результатов решения задачи о напряженно-деформированном состоянии вмещающего выработки породного массива в упруго-пластической постановке с помощью ИТ-технологий.

5. Организационно-педагогические условия

5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

<p>Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при котором учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установление связей с ранее освоенным материалом.</p> <p>Проведение лабораторных занятий основывается на интерактивном методе обучения с использованием ИТ-технологий, при котором обучающиеся взаимодействуют не только с преподавателем, но и друг с другом. При этом доминирует активность учащихся в процессе обучения. Место преподавателя в интерактивных занятиях сводится к направлению деятельности обучающихся на достижение целей занятия.</p> <p>При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинги и анализ ситуаций и имитационных моделей.</p>
--

5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

<p>При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически. 2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела. 3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям, лабораторным работам и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу. 4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

6.1. Печатная учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
-------	---	-------------------------------------

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
1. Основная литература		
1	Бартоломей А. А. Механика грунтов : учебник для вузов. 2-е изд., доп. и перераб. Москва : Изд-во АСВ, 2003. 303 с.	47
2	Бартоломей А. А., Кузнецов Г. Б. Прикладная теория ползучести и длительной прочности грунтов : учебное пособие. Пермь : Изд-во ПГТУ, 1996. 107 с.	20
3	Механика сплошной среды. 1. Санкт-Петербург : Лань, 2004. 528 с.	48
4	Механика сплошной среды. 2. Санкт-Петербург : Лань, 2004. 560 с.	38
5	Механика сплошной среды. Тензорный анализ. Москва : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2011. 463 с. 37,7 усл. печ. л.	10
6	Победря Б. Е., Георгиевский Д. В. Основы механики сплошной среды : курс лекций учебное пособие для вузов. Москва : Физматлит, 2006. 272 с.	20
2. Дополнительная литература		
2.1. Учебные и научные издания		
1	Абдылдаев Э. К. Напряженно-деформированное состояние массива горных пород вблизи выработок. Фрунзе : Илим, 1990. 164 с.	1
2	Абуханов А.З. Механика грунтов : учебное пособие. Ростов-на-Дону : Феникс, 2006. 347 с.	1
3	Качанов Л.М. Некоторые вопросы теории ползучести. Ленинград Москва : Гостехиздат, 1949. 164 с.	2
4	Константинова С. А., Крамсков Н. П., Соловьев В. А. Некоторые проблемы механики горных пород применительно к отработке алмазных месторождений Якутии. Новосибирск : Наука, 2011. 222 с., 24 л. ил.	1
5	Кукуджанов В. Н. Вычислительная механика сплошных сред. М. : Физматлит, 2008. 320 с.	2
6	Малинин Н. Н. Прикладная теория пластичности и ползучести : учебник для бакалавриата и магистратуры. 3-е изд., испр. и доп. Москва : Юрайт, 2018. 402 с. 24,94 усл. печ. л.	3
7	Прагер В. Введение в механику сплошных сред : пер. с нем. М. : Изд-во иностр. лит., 1963. 311 с.	2
8	Проблемы механики деформируемых твёрдых тел и горных пород : сборник статей. Москва : Физматлит, 2006. 863 с.	3
9	Ставрогин А. Н., Тарасов Б. Г. Экспериментальная физика и механика горных пород. Санкт-Петербург : Наука, 2001. 343 с.	6
10	Фадеев А.Б. Метод конечных элементов в геомеханике. М. : Недра, 1987. 221 с.	1
2.2. Периодические издания		
1	Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Геология. Нефтегазовое и горное дело ISSN 2224-9923	
2	Горный журнал ISSN 0017-2278	
3	Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал) ISSN 0236-1493	
4	Известия вузов. Горный журнал ISSN 0536-1028	
5	Известия вузов. Горный журнал ISSN 0536-1028	

6	Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых ISSN 0015-3273	
2.3. Нормативно-технические издания		
1	Единые правила безопасности при разработке рудных, нерудных и россыпных месторождений полезных ископаемых подземным способом. Кн.1. Москва : НПО ОБТ, 1996. 260 с.	1
2	Единые правила безопасности при разработке рудных, нерудных и россыпных месторождений полезных ископаемых подземным способом. Кн.2. Москва : НПО ОБТ, 1996. 224 с.	1
3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины		
	Не используется	
4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента		
1	Баклашов И. В., Картозия Б. А. Механика горных пород. Москва : Недра, 1975. 272 с.	4
2	Вялов С. С. Реологические основы механики грунтов : учебное пособие для вузов. Москва : Высш. шк., 1978. 447 с.	5
3	Заручевных И. Ю., Невзоров А. Л. Механика грунтов в схемах и таблицах : учебное пособие для вузов. 3-е изд., перераб. и доп. Москва : Изд-во АСВ, 2016. 164 с. 10,25 усл. печ. л.	4
4	Лехницкий С.Г. Теория упругости анизотропного тела. 2-е изд., перераб. и доп. Москва : Наука : Физматлит, 1977. 415 с.	5
5	Механика сплошной среды. Основы механики твёрдых сред. Москва : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2013. 623 с. 50,7 усл. печ. л.	10

6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Дополнительная литература	Зенкевич О. К. Метод конечных элементов в технике : пер. с англ. Москва : Мир, 1975.	https://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib2087	сеть Интернет; авторизованный доступ
Дополнительная литература	Кашников Ю. А., Ашихмин С. Г. Механика горных пород при разработке месторождений углеводородного сырья. Москва : Недра, 2007.	https://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib2704	сеть Интернет; авторизованный доступ
Дополнительная литература	Предельное состояние деформированных тел и горных пород / Ивлев Д. Д., Максимова Л. А., Непершин Р. И., Радаев Ю. Н. М. : Физматлит, 2008. 831 с.	https://elib.pstu.ru/Record/RUPSTUbooks129779	сеть Интернет; авторизованный доступ
Основная литература	Булычев Н. С. Механика подземных сооружений в примерах и задачах : учебное пособие для вузов. Москва : Недра, 1989.	https://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib3159	сеть Интернет; авторизованный доступ

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Основная литература	Ильюшин А. А. Механика сплошной среды : учебник для вузов. 3-е изд., перераб. и доп. Москва : Изд-во МГУ, 1990.	https://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib2580	сеть Интернет; авторизованный доступ
Основная литература	Попов А. Н. Механика горных пород : учебное пособие. Уфа : УГНТУ, 2018. 137 с.	https://elib.pstu.ru/Record/lanRU-LAN-BOOK-166895	сеть Интернет; авторизованный доступ
Основная литература	Пронозин, Я. А., Наумкина, Ю. В. Механика грунтов : учебное пособие. Механика грунтов. Тюмень : Тюменский? индустриальный? университет, 2017. 82 с.	https://elib.pstu.ru/Record/ipr83702	сеть Интернет; авторизованный доступ
Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов	Попов А. Н. Механика горных пород : учебное пособие. Уфа : УГНТУ, 2018. 137 с.	https://elib.pstu.ru/Record/lanRU-LAN-BOOK-166895	сеть Интернет; авторизованный доступ
Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов	Ржевский В. В., Новик Г. Я. Основы физики горных пород : учебник. 4-е изд., перераб. и доп. Москва : Недра, 1984. 359 с.	https://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib6747	сеть Интернет; авторизованный доступ

6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	MS Windows 8.1 (подп. Azure Dev Tools for Teaching)
Офисные приложения.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567
Прикладное программное обеспечение общего назначения	Dr.Web Enterprise Security Suite, 3000 лиц, ПНИПУ ОЦНИТ 2017
Системы управления проектами, исследованиями, разработкой, проектированием, моделированием и внедрением	ANSYS (лиц. 1062978)

6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Наименование	Ссылка на информационный ресурс

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
База данных научной электронной библиотеки (eLIBRARY.RU)	https://elibrary.ru/
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	http://lib.pstu.ru/
Электронно-библиотечная система Лань	https://e.lanbook.com/
Электронно-библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru/
Виртуальный читальный зал Российской государственной библиотеки	https://dvs.rsl.ru/
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	http://www.consultant.ru/
Информационно-справочная система нормативно-технической документации "Техэксперт: нормы, правила, стандарты и законодательства России"	https://техэксперт.сайт/

7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лабораторная работа	Компьютер	16
Лабораторная работа	Проектор	1
Лекция	Компьютер	1
Лекция	Проектор	1

8. Фонд оценочных средств дисциплины

Описан в отдельном документе

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«Пермский национальный исследовательский политехнический
университет»**

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

**для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине
«Методы расчета напряженно-деформированного состояния
подработанного массива»**

Приложение к рабочей программе дисциплины

Направление подготовки:	21.05.05 Физические процессы горного или нефтегазового производства
Направленность (специализация) образовательной программы:	Физические процессы горного или нефтегазового производства
Квалификация выпускника:	Горный инженер (специалист)
Выпускающая кафедра:	«Разработка месторождений полезных ископаемых»
Форма обучения:	Очная

Курс: 5

Семестр: 10

Трудоёмкость:

Кредитов по рабочему учебному плану: 5 ЗЕ

Часов по рабочему учебному плану: 180 ч.

Форма промежуточной аттестации:

Экзамен: 10 семестр

Пермь 2022

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине разработан в соответствии с общей частью фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации основной образовательной программы, которая устанавливает систему оценивания результатов промежуточной аттестации и критерии выставления оценок. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине устанавливает формы и процедуры текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.

1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине, объекты оценивания и виды контроля

Согласно РПД освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра (10-го семестра учебного плана) и разбито на 3 учебных модуля. В каждом модуле предусмотрены аудиторские лекционные и лабораторные занятия, а также самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения по дисциплине (табл. 1.1).

Контроль уровня усвоенных знаний, освоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и промежуточного контроля при изучении теоретического материала, сдаче отчетов по лабораторным работам и экзамена. Виды контроля сведены в таблицу 1.1.

Таблица 1.1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы)	Вид контроля				
	Текущий		Рубежный		Итоговый Экзамен
	КР	ЛР	ПК	ОЛР	
Усвоенные знания					
З.1 знает методы и средства механики сплошной среды, используемые для определения напряженно-деформированного состояния массива горных пород	ТО1-11		КР1-3		ТВ
Освоенные умения					
У.1 умеет прогнозировать напряженно-деформированное состояние подработанного массива горных пород, в том числе с использованием ИТ-технологий		ЛР1-12		ОЛР1-12	ПЗ
У.2 умеет проводить оценку влияния добычи полезных ископаемых на окружающую среду, в том числе с использованием ИТ-технологий		ЛР1-12		ОЛР1-12	ПЗ
Приобретенные владения					
В.1 владеет методами расчета напряженно-деформированного состояния подработанного массива горных пород		ЛР8-12		ОЛР8-12	ПЗ
В.2 владеет навыками проведения экспертизы технических и технологических проектных решений при добыче полезных ископаемых		ЛР8-12		ОЛР8-12	ПЗ

ТО1-11 – теоретический опрос; ЛР1-12 – выполнение задания лабораторного занятия; КР1, КР2, КР3 – рубежная контрольная работа; ОЛР1-12 – отчет по лабораторной работе; ТВ – теоретический вопрос экзамена; ПЗ – практическое задание экзамена.

Итоговой оценкой достижения результатов обучения по дисциплине является промежуточная аттестация в виде экзамена, проводимая с учетом результатов текущего и рубежного контроля.

2. Виды контроля, типовые контрольные задания и шкалы оценивания результатов обучения

Текущий контроль успеваемости имеет целью обеспечение максимальной эффективности учебного процесса, управление процессом формирования заданных компетенций обучаемых, повышение мотивации к учебе и предусматривает оценивание хода освоения дисциплины. В соответствии с Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, специалитета и магистратуры в ПНИПУ предусмотрены следующие виды и периодичность текущего контроля успеваемости обучающихся:

- входной контроль, проверка исходного уровня подготовленности обучаемого и его соответствия предъявляемым требованиям для изучения данной дисциплины;

- текущий контроль усвоения материала (уровня освоения компонента «знать» заданных компетенций) на каждом групповом занятии и контроль посещаемости лекционных занятий;

- промежуточный и рубежный контроль освоения обучаемыми отдельных компонентов «знать», «уметь» заданных компетенций путем компьютерного или бланочного тестирования, контрольных опросов, контрольных работ (индивидуальных домашних заданий), защиты отчетов по лабораторным работам, рефератов, эссе и т.д.

- рубежный контроль по дисциплине проводится на следующей неделе после прохождения модуля дисциплины, а промежуточный – во время каждого контрольного мероприятия внутри модулей дисциплины;

- межсессионная аттестация, единовременное подведение итогов текущей успеваемости не менее одного раза в семестр по всем дисциплинам для каждого направления подготовки (специальности), курса, группы;

- контроль остаточных знаний.

2.1. Текущий контроль усвоения материала

Текущий контроль усвоения материала в форме собеседования или выборочного теоретического опроса студентов проводится по каждой теме. Результаты по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

2.2. Рубежный контроль

Рубежный контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений (табл. 1.1) проводится в форме защиты отчетов лабораторных работ и рубежных контрольных работ (после изучения каждого модуля учебной дисциплины).

2.2.1. Защита лабораторных работ

Всего запланировано 12 лабораторных работ. Типовые темы лабораторных

работ приведены в РПД.

Защита лабораторной работы проводится индивидуально каждым студентом или группой студентов. Типовые шкала и критерии оценки приведены в общей части ФОС образовательной программы.

2.2.2. Рубежная контрольная работа

Согласно РПД запланировано 3 рубежные контрольные работы (КР) после освоения студентами учебных модулей дисциплины. Первая КР по модулю 1 «Введение в механику сплошных сред. Теория упругости», вторая КР – по модулю 2 «Основы теории пластичности и ползучести», третья КР – по модулю 3 «Выбор и обоснование модели механики сплошной среды для оценки напряженно-деформированного состояния подработанного массива».

Типовые вопросы первой КР:

1. Деформация, тензор деформаций. Компоненты тензора деформаций. Главные деформации. Инварианты тензора деформаций.

2. Выбрать и обосновать модель механики сплошной среды для оценки исходного поля напряжений массива пород в заданных горно-геологических условиях. Выполнить оценку исходного поля напряжений породного массива.

Типовые шкала и критерии оценки результатов рубежной контрольной работы приведены в общей части ФОС образовательной программы.

Типовые задания второй КР:

1. Параметрическое обеспечение упруго-пластической модели среды для оценки напряженно-деформированного состояния подработанного массива.

2. Провести обоснование методики определения параметров модели ползучести горных пород для заданных условий. Выполнить оценку параметров ползучести.

Типовые шкала и критерии оценки результатов рубежной контрольной работы приведены в общей части ФОС образовательной программы.

Типовые задания третьей КР:

1. Основные модели механики сплошной среды для оценки напряженно-деформированного состояния подработанного массива их достоинства и недостатки, область применения.

2. Выбрать и обосновать модель механики сплошной среды для оценки напряженно-деформированного состояния подработанного массива в заданных условиях.

Типовые шкала и критерии оценки результатов рубежной контрольной работы приведены в общей части ФОС образовательной программы.

2.3. Промежуточная аттестация (итоговый контроль)

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего и рубежного контроля. Условиями допуска являются успешная сдача всех лабораторных работ и положительная интегральная оценка по результатам текущего и рубежного (промежуточного) контроля.

Промежуточная аттестация, согласно РПД, проводится в виде экзамена по дисциплине устно по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки усвоенных знаний, практические задания (ПЗ) для проверки усвоенных умений и владений всех заявленных компетенций.

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания, контролирующие уровень сформированности всех заявленных компетенций. Форма билета представлена в общей части ФОС образовательной программы.

2.3.1. Типовые вопросы и задания для экзамена по дисциплине

Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:

1. Понятие механики сплошной среды (МСС). Основные допущения МСС при оценке напряженно-деформированного состояния массива горных пород.
2. Напряжения, тензор напряжений. Компоненты тензора напряжений. Главные напряжения.
3. Шаровая, девиаторная часть тензора напряжений. Их физический смысл. Инварианты тензора напряжений.
4. Деформация, тензор деформаций. Компоненты тензора деформаций. Главные деформации. Инварианты тензора деформаций.
5. Напряжения и деформации в декартовой, полярной, цилиндрической системе координат. Их связь.
6. Модель плоского напряженного состояния: ограничения, достоинства и недостатки, область применения.
7. Модель плоского деформированного состояния: ограничения, достоинства и недостатки, область применения.
8. Упругость. Прямая, обратная задачи теории упругости. Основные уравнения теории упругости.
9. Статические уравнения теории упругости.
10. Геометрические уравнения теории упругости.
11. Физические уравнения теории упругости. Обобщенный закон Гука для упругой однородной изотропной среды. Обратный закон Гука. Упругие константы.
12. Определение исходного (естественного) поля напряжений массива горных пород. Гипотеза А.Н. Динника для упругого изотропного массива.
13. Анизотропия. Обобщенный закон Гука для упругой однородной анизотропной среды.
14. Трансверсально-изотропная модель среды. Область применения. Обобщенный закон Гука. Упругие константы.
15. Обобщение гипотезы А.Н. Динника на случай трансверсально-изотропной модели среды.
16. Пластичность, прочность, хрупкость горных пород.
17. Предельные поверхности изотропных материалов. Общий вид уравнения предельной поверхности.
18. Критерий Треска. Критерий Мизеса. Предельные поверхности. Октаэдрические напряжений.
19. Критерий Кулона. Критерий Боткина. Предельные поверхности.
20. Критерий Друкера-Прагера.
21. Поверхность текучести. Предел текучести. Упрочнение. Разупрочнение.
22. Поверхности текучести, описываемые различными критериями. Общий вид уравнения поверхности текучести.

23. Поверхности текучести уплотняемых и неуплотняемых горных пород.
24. Изотропное и кинематическое упрочнение. Простое нагружение.
25. Основные положения деформационной теории пластичности. Область применения. Достоинства и недостатки.
26. Основные положения теории пластического течения. Область применения. Достоинства и недостатки.
27. Ассоциированный и неассоциированный закон пластического течения.
28. Параметрическое обеспечение упруго-пластической модели массива горных пород.
29. Ползучесть и релаксация горных пород.
30. Основные реологические модели горных пород.
31. Представление массива в виде линейной наследственной среды.
32. Параметрическое обеспечение реологических моделей горных пород.
33. Применение метода конечных элементов к оценке напряженно-деформированного состояния подработанного массива: ограничения, достоинства и недостатки, область применения.
34. Оценка напряженно-деформированного состояния вмещающих горные выработки пород в рамках упругой модели среды. Достоинства и недостатки.
35. Оценка напряженно-деформированного состояния вмещающих горные выработки пород в рамках упруго-пластической модели среды. Достоинства и недостатки.
36. Оценка напряженно-деформированного состояния вмещающих горные выработки пород в рамках упруго-вязко-пластической модели среды. Достоинства и недостатки.

Типовые практические задания для контроля приобретенных умений и владений:

1. На основе анализа горно-геологических, горнотехнических условий предложить и обосновать методику оценки напряженно-деформированного состояния подработанного массива.
2. Разработать методику для оценки напряженно-деформированного состояния массива пород в условиях Криворожского бассейна на глубине 900 м в филлитах. Определить компоненты начального поля напряжений массива горных пород. Определить компоненты начального поля напряжений в стенках вертикального шахтного ствола, проходка которого предполагается в данных условиях. Проанализировать полученные результаты.
3. Выбрать рациональное расположение выработок. Определить допустимое расстояние между двумя выработками, исключаящее их взаимное влияние друг на друга.
4. Разработать и обосновать методику оценки перемещения контура сечения незакрепленного ствола скважины. Определить перемещения. Проанализировать полученные результаты.
5. Предложить и обосновать методику построения паспорта прочности горных пород. Построить паспорт прочности.
6. Предложить и обосновать методику определения упруго-пластических характеристик горных пород по результатам лабораторных исследований образцов.

Определить указанные характеристики. Проанализировать полученные результаты.

7. Предложить и обосновать методику определения упруго-пластических характеристик горных пород по результатам натуральных исследований. Определить указанные характеристики. Проанализировать полученные результаты.

8. Предложить и обосновать методику определения реологической параметров модели массива горных пород. Определить указанные параметры. Проанализировать полученные результаты.

9. Вычислить компоненты напряжений во вмещающих горную выработку породах. Проанализировать полученные результаты.

10. Разработать и обосновать подход к определению деформационных характеристик породного массива по данным натуральных испытаний скважин. Определить указанные показатели. Проанализировать полученные результаты.

2.3.2. Шкалы оценивания результатов обучения на экзамене

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных компетенций проводится по 4-х балльной шкале оценивания путем выборочного контроля во время экзамена.

Типовые шкала и критерии оценки результатов обучения при сдаче экзамена для компонентов *знать, уметь и владеть* приведены в общей части ФОС образовательной программы.

3. Критерии оценивания уровня сформированности компонентов и компетенций

3.1. Оценка уровня сформированности компонентов дисциплинарных компетенций

При оценке уровня сформированности дисциплинарных компетенций в рамках выборочного контроля при экзамене считается, что *полученная оценка за компонент проверяемой в билете дисциплинарной компетенции обобщается на соответствующий компонент всех дисциплинарных компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.*

Типовые критерии и шкалы оценивания уровня сформированности компонентов дисциплинарных компетенций приведены в общей части ФОС образовательной программы.

3.2. Оценка уровня сформированности дисциплинарных компетенций

Общая оценка уровня сформированности всех дисциплинарных компетенций проводится путем агрегирования оценок, полученных студентом за каждый компонент формируемых компетенций, с учетом результатов текущего и рубежного контроля в виде интегральной оценки по 4-х балльной шкале. Все результаты контроля заносятся в оценочный лист и заполняются преподавателем по итогам промежуточной аттестации.

Форма оценочного листа и требования к его заполнению приведены в общей части ФОС образовательной программы.

При формировании итоговой оценки промежуточной аттестации в виде экзамена используются типовые критерии, приведенные в общей части ФОС образовательной программы.