

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.Н. Гусев

Проректор по образовательной
деятельности
Д.Г. Петраков

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

***МАРКШЕЙДЕРСКО-ГЕОМЕХАНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ
БЕЗОПАСНОСТИ ГОРНЫХ РАБОТ***

Уровень высшего образования:	Специалитет
Специальность:	21.05.04 Горное дело
Направленность (профиль)	Маркшейдерское дело
Квалификация выпускника:	Горный инженер (специалист)
Форма обучения:	очная
Составители:	проф. В.Н. Гусев доц. В.А. Киселев доц. Е.М. Волохов

Санкт-Петербург

Рабочая программа дисциплины «Маркшейдерско-геомеханическое обеспечение безопасности горных работ» разработана:

– в соответствии с требованиями ФГОС ВО – специалитет по специальности «21.05.04 Горное дело», утвержденного приказом Минобрнауки России №987 от 12 августа 2020 г.;

– на основании учебного плана специалитета по специальности «21.05.04 Горное дело» направленность (профиль) «Маркшейдерское дело».

Составители

д.т.н., профессор В.Н. Гусев

к.т.н., доцент В.А. Киселев

к.т.н., доцент Е.М. Волохов

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры маркшейдерского дела от 12 января 2022 г., протокол № 6.

Заведующий кафедрой

д.т.н.,
профессор

В.Н. Гусев

Рабочая программа согласована:

Начальник управления учебно-методического обеспечения образовательного процесса

к.т.н.

Иванова П.В.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины «Маркшейдерско-геомеханическое обеспечение безопасности горных работ» - обеспечение подготовки студентов маркшейдерской специальности в области изучения таких геомеханических процессов как сдвигение и деформации горных пород, происходящих вследствие подземных и открытых разработок месторождений полезных ископаемых и строительства подземных сооружений, а также в части решения задач безопасного ведения горных работ в опасных зонах, контроля устойчивости бортов карьеров и отвалов, защиты зданий, сооружений и природных объектов от вредного влияния горных работ.

Основными задачами дисциплины «Маркшейдерско-геомеханическое обеспечение безопасности горных работ» являются:

- получение представлений о характере и механизме деформирования и разрушения горных пород под влиянием подземных разработок;
- формирование знаний о методах прогнозирования и оценки геомеханических процессов в подработанной толще и на земной поверхности;
- изучение механизмов формирования опасных зон в массиве пород при ведении горных работ и освоение навыков прогнозирования развития таких зон в целях обеспечения безопасности подземных горных работ;
- формирование навыков применения на практике методов и способов снижения вредного воздействия сдвижений и деформаций горных пород на здания, сооружения и природные объекты;
- получение представлений о характере и механизме деформирования и разрушения горных пород под влиянием открытых разработок;
- изучение методов оценки устойчивости бортов карьеров и отвалов;
- изучение расчетных схем, выбор методов и средств, необходимых для контроля и обеспечения устойчивости бортов карьеров, отвалов;
- изучение методологии математического моделирования геомеханических процессов для целей оценки сдвижений и деформаций;
- освоение специального программного обеспечения, реализующего численные методы моделирования геомеханических процессов и навыков анализа физической картины развития указанных геомеханических процессов.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Маркшейдерско-геомеханическое обеспечение безопасности горных работ» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений основной профессиональной образовательной программы по специальности «21.05.04 Горное дело» направленность (профиль) «Маркшейдерское дело». Дисциплина комплексная и содержит 4 крупных раздела: «Маркшейдерское обеспечение защиты зданий и сооружений от вредного влияния горных работ», «Маркшейдерское обеспечение безопасности горных работ в опасных зонах», «Маркшейдерское обеспечение устойчивости бортов карьеров и отвалов» и «Математическое моделирование геомеханических процессов в маркшейдерском обеспечении охраны зданий и сооружений от вредного влияния горных работ», которые изучаются соответственно в 7, 8, 9 и 10 семестрах.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Маркшейдерско-геомеханическое обеспечение безопасности горных работ» являются: «Геомеханика», «Геология», «Геодезия», «Основы разработки месторождений полезных ископаемых».

Дисциплина «Маркшейдерско-геомеханическое обеспечение безопасности горных работ» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Безопасность ведения горных работ и горноспасательное дело», «Маркшейдерское обеспечение недропользования».

Особенностью дисциплины является изучение основных теоретических концепций для представления геомеханических процессов с помощью аналитических и численных методов, наиболее распространенных гипотез формирования естественно напряженно-деформированного

состояния породных массивов, основных закономерностей развития этих процессов при ведении горных работ и базовым методам оценки вредного влияния этих процессов на здания, сооружения и природные объекты.

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

Процесс изучения дисциплины «Маркшейдерско-геомеханическое обеспечение безопасности горных работ» направлен на формирование следующих компетенций:

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
Способен определять и прогнозировать сдвигения и деформации массива горных пород и земной поверхности вследствие горных разработок и подземного строительства с целью безопасного ведения горных работ	ПКС-9	<p>ПКС-9.1. Знать физико-механические основы процессов сдвигения и деформаций горных пород и формы проявления этих процессов; параметры процесса сдвигения горных пород; способы и методы изучения процесса сдвигения горных пород и натуральных наблюдений за ним.</p> <p>ПКС-9.3. Уметь определять на подрабатываемых территориях границы зон влияния горных работ и опасных деформаций; определять условия безопасного ведения горных работ под водными объектами; интерпретировать полученные результаты расчетов сдвижений и деформаций; обосновывать расчетами применение горных и конструктивных мер защиты зданий, сооружений и горных выработок.</p> <p>ПКС-9.4. Уметь составлять и реализовывать проекты мониторинга состояния земной поверхности, массива горных пород и подрабатываемых сооружений; анализировать и интерпретировать полученные результаты натуральных наблюдений.</p> <p>ПКС-9.5. Владеть методами расчета ожидаемых и вероятных сдвижений и деформаций земной поверхности, методами математического моделирования геомеханических процессов, способами оценки и контроля устойчивого состояния уступов и бортов карьеров, отвалов.</p>

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоёмкость учебной дисциплины составляет 13 зачётных единиц, 468 ак. часов.

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак. часы по семестрам			
		7	8	9	10
Аудиторная работа, в том числе:	232	68	48	68	48
Лекции (Л)	116	34	32	34	16
Практические занятия (ПЗ)	116	34	16	34	32
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-	-	-
Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе:	128	40	24	22	42
Подготовка к лекциям	26	8	9	5	4
Подготовка к практическим занятиям	28	6	9	5	8
Выполнение курсового проекта	56	26	-	-	30
Подготовка к контрольной работе	9	-	6	3	-
Подготовка к дифф. зачету	9	-	-	9	-
Промежуточная аттестация – дифф. зачет (ДЗ) / экзамен (Э) / курсовой проект (КП)	Э (108), КП, ДЗ	Э(36), КП	Э(36)	ДЗ	Э(36), КП
Общая трудоёмкость дисциплины					
ак. час.	468	144	108	90	126
зач. ед.	13	4	3	2,5	3,5

4.2. Содержание дисциплины

Учебным планом предусмотрены: лекции, практические занятия и самостоятельная работа.

4.2.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Наименование разделов	Виды занятий				
	Всего ак. часов	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа студента, в том числе курсовой проект
Маркшейдерское обеспечение защиты зданий и сооружений от вредного влияния горных работ (7 семестр)					
Раздел 1 «Методы прогноза сдвижений и деформаций»	6	4	-	-	2
Раздел 2 «Условия безопасной выемки угля в зонах влияния на здания и сооружения»	18	10	4	-	4
Раздел 3 «Расчётные, допустимые и предельные показатели деформаций земной поверхности для подрабатываемых зданий и сооружений»	26	12	10	-	4
Раздел 4 «Горные меры охраны и конструктивные меры защиты вертикальных шахтных стволов и трубопроводов»	16	4	10	-	2
Раздел 5 «Методы и методики построения предохранительных целиков»	16	4	10	-	2
Маркшейдерское обеспечение безопасности горных работ в опасных зонах (8 семестр)					
Раздел 6 «Механизм формирования опасных зон в подрабатываемом массиве горных пород»	10	6	-	-	4

Раздел 7 «Определение высоты распространения зоны водопротящих трещин на основе геомеханики образования техногенных трещин в слоях подрабатываемого массива горных пород»	22	8	8	-	6
Раздел 8 «Геомеханическое обоснование необходимых размеров барьерных целиков (опасных зон) у затопленных горных выработок»	8	4	-	-	4
Раздел 9 «Определение границ опасной зоны (размеров барьерных целиков) у затопленных горных выработок»	24	10	8	-	6
Раздел 10 «Составление проектов границ опасных зон у затопленных горных выработок и ведения горных работ вблизи этих зон»	8	4	-	-	4
Маркшейдерское обеспечение устойчивости бортов карьеров и отвалов (9 семестр)					
Раздел 11 «Закономерности развития деформаций и распределения напряжений в массивах горных пород бортов карьеров, отвалов»	26	10	10	-	6
Раздел 12 «Методы оценки устойчивости бортов карьеров и отвалов»	34	12	14	-	8
Раздел 13 «Маркшейдерские наблюдения за деформациями бортов разрезов, откосов уступов и отвалов»	30	12	10	-	8
Математическое моделирование геомеханических процессов в маркшейдерском обеспечении охраны зданий и сооружений от вредного влияния горных работ (10 семестр)					
Раздел 14 «Основные понятия и закономерности в теории моделирования геомеханических процессов»	21	5	4	-	12
Раздел 15 «Основные модели горных пород и грунтов»	16	2	8	-	6
Раздел 16 «Аналитические методы решения геомеханических задач»	13	3	2	-	8
Раздел 17 «Численное моделирование геомеханических процессов»	25	4	9	-	12
Раздел 18 «Применение результатов математического моделирования сдвижений и деформаций горных пород при оценке вредного влияния»	15	2	9	-	4
Итого:	360	116	116	-	128

4.2.2. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
7 семестр			
1	Методы прогноза сдвижений и деформаций	Метод расчета и прогноза сдвижений и деформаций в заданных точках мульды сдвижения. Оседание земной поверхности в заданной точке мульды сдвижения и принятая система координат. Наклон, кривизна, горизонтальные сдвижение и деформация в заданной точке мульды сдвижения. Прогноз вероятных сдвижений и деформаций при перспективном планировании горных работ. Условия применения метода прогноза вероятных сдвижений и деформаций. Вероятные оседание, горизонтальные сдвижения, наклоны, горизонтальные деформации и радиус кривизны.	4

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
2	Условия безопасной выемки угля в зонах влияния на промышленные здания и инженерные сооружения	Безопасная глубина при разработке одиночных пластов. Безопасные условия разработки свит пластов. Предельные условия подработки гражданских и промышленных объектов. Охрана этих объектов при подработке выработками с разрывом во времени. Рекомендации по решению вопросов безопасной выемки в зонах влияния на охраняемые объекты.	10
3	Расчётные, допустимые и предельные показатели деформаций земной поверхности для подрабатываемых промышленных зданий и инженерных сооружений	Расчетные показатели деформаций для промышленных зданий, инженерных сооружений и коммуникаций. Допустимые и предельные показатели деформаций для промышленных зданий, технологического оборудования, размещённого в промышленных зданиях, инженерных сооружений, подземных, наземных и надземных трубопроводов. Безопасные условия подработки стволов и железных дорог МПС. Скорости развития процессов сдвижений и деформаций. Подработка воздушных ЛЭП. Условия подработки подземных кабельных линий.	12
4	Горные меры охраны и конструктивные меры защиты вертикальных шахтных стволов и трубопроводов	Горные меры охраны вертикальных шахтных стволов: рассредоточение во времени проведения очистных выработок; изменение направления подвигания очистного забоя; изменение скорости подвигания очистного забоя; уменьшение длины лавы. Проект горных мер охраны вертикального шахтного ствола. Конструктивные меры защиты трубопроводов: разрезка трубопровода с последующей вваркой катушек. Условие, при котором должна производиться разрезка трубопровода.	4
5	Методы и методики построения предохранительных целиков	Построение предохранительных целиков под вертикальные, слепые шахтные стволы. Построение предохранительных целиков для наклонных шахтных стволов. Построение предохранительных целиков под лесонасаждения, невыгоревшими породными отвалами. Построение предохранительных целиков способом перпендикуляров для диагонально ориентированных объектов относительно линии простирания пласта. Построение предохранительных целиков оптимальных размеров.	4
Итого в 7 семестре			34
8 семестр			
6	Механизм формирования опасных зон в подрабатываемом массиве горных пород	Схемы образования опасных зон различных видов вследствие сдвижения и деформации горных пород. Рассмотрение в отдельности каждой из выделенных опасных зон: 1 - зоны повышенного горного давления; 2 - зоны, опасные по проявлениям горных ударов и выбросов газа и пыли; 3 - зоны, опасные по прорывам воды, пульпы, глины в горные выработки.	6

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
7	Определение высоты распространения зоны водопродводящих трещин на основе геомеханики образования техногенных трещин в слоях подрабатываемого массива горных пород	Механизм формирования зоны водопродводящих трещин в слоях подрабатываемого массива горных пород. Развитие водопродводящих трещин в наносах, боковые границы зоны водопродводящих трещин, безопасная глубина горных работ под водным объектом при первичной подработке. Методика расчета безопасной глубины разработки под водными объектами при выемке свиты пластов (условия повторной подработки).	8
8	Геомеханическое обоснование необходимых размеров барьерных целиков (опасных зон) у затопленных горных выработок	Механизм разрушения краевой части пласта угля, критерий затухания разрушения, идентификация границы зоны разрушения в этой части пласта. Рассмотрение механизма разрушения краевых частей барьерного целика. Образование ядра целика – центральной неразрушенной части, на границах которого (ядра) процессы разрушения останавливаются. Размеры барьерных целиков на пологопадающих пластах ($\alpha \leq 30^\circ$) и крутопадающих пластах ($\alpha > 30^\circ$).	4
9	Определение границ опасной зоны (размеров барьерных целиков) у затопленных горных выработок	Расчёты ширины опасных зон (барьерных целиков) у затопленных выработок. Установление границ опасной зоны (предохранительных целиков) в пластах, залегающих под пластом с затопленными выработками и залегающих над пластом с затопленными выработками. Расчёты и построение границ опасной зоны у затопленной полевой выработки, вертикальных шахтных стволов, шурфов и необсаженных технических скважин, незатампонированных или некачественно затампонированных буровых скважин. Границы опасных зон у разрывных нарушений, пересекающих затопленные выработки. Определение ширины междушахтного барьерного целика. Построение зоны, опасной по возможному проникновению поверхностных вод через погашенные стволы, шурфы, технические скважины.	10
10	Составление проектов границ опасных зон у затопленных горных выработок и ведения горных работ вблизи этих зон	Порядок составления проектов границ опасных зон и ведения горных работ при проектировании новых или реконструкции действующих шахт, при строительстве шахты, на действующих шахтах. Содержание пояснительной записки и графической части проекта границ опасной зоны. Содержание пояснительной записки, графической части и приложения проекта горных и буровых работ в опасных зонах.	4
Итого в 8 семестре			32

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
9 семестр			
11	Закономерности развития деформаций и распределения напряжений в массивах горных пород бортов карьеров, отвалов	Деформации бортов карьеров и отвалов, их основные характеристики и классификация. Распределение напряжений в массивах горных пород бортов карьеров;	10
12	Методы оценки устойчивости бортов карьеров и отвалов	Устойчивость горного объекта. Факторы, влияющие на устойчивость бортов карьеров и отвалов. Методы расчета коэффициента запаса устойчивости откосов горных пород. Оценка устойчивости бортов карьеров по их деформациям.	12
13	Маркшейдерские наблюдения за деформациями бортов разрезов, откосов уступов и отвалов	Проект наблюдательной станции. Современные средства и методы проведения наблюдений за деформациями бортов карьеров и отвалов.	12
Итого в 9 семестре			34
10 семестр			
14	Основные понятия и закономерности в теории моделирования геомеханических процессов	Базовые понятия аналитической геомеханики. Напряженно-деформированное состояние горных пород. Математическое моделирование процессов сдвижений и деформаций горных пород. Основные методы моделирования. Понятия напряжения, деформации и сдвижения применительно к горным породам. Напряженно-деформированное состояние горных пород. Связь напряжений, деформаций и сдвижений. Виды напряженно-деформированного состояния. Основные свойства горных пород (грунтов). Закономерности развития напряжений и деформаций и сдвижений. Уравнения связи напряжений, деформаций и сдвижений.	5
15	Основные модели горных пород и грунтов	Модели горных пород. Типы горных пород. Основные модели поведения горных пород при изменении внешних нагрузок. Уравнения связи напряжений и деформаций. Модели грунтов. Типы грунтов. Основные модели поведения грунтов при изменении внешних нагрузок. Уравнения связи напряжений и деформаций.	2
16	Аналитические методы решения геомеханических задач	Теоретические методы решения геомеханических задач. Методы механики сплошной среды (МСС) применительно к задачам механики горных пород. Основные уравнения МСС. Методы механики дискретных сред.	3

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
17	Численное моделирование геомеханических процессов	<p>Методы численного моделирования геомеханических процессов.</p> <p>Основы методологии численного моделирования. Анализ преимуществ и недостатков численных методов. Классификация и краткий анализ методов численного моделирования применяемых в геомеханике. Метод конечных элементов.</p> <p>Метод конечных элементов (МКЭ) в технике. Основные теоретические предпосылки МКЭ. МКЭ в решении геомеханических задач. Уравнения связи параметров. Построение сети конечных элементов. Типы элементов. Формирование граничных условий. Создание нагрузок в модели. Фазы расчета. Расчет матрицы жесткости элемента и формирование матрицы жесткости системы. Методы решения систем уравнений.</p> <p>Интерпретация результатов расчета. Анализ полученных данных. Специальное программное обеспечение реализующее МКЭ.</p>	4
18	Применение результатов математического моделирования сдвижений и деформаций горных пород при оценке вредного влияния	<p>Анализ вредного влияния горных работ на основе результатов математического моделирования.</p> <p>Основные закономерности изменения напряженно-деформированного состояния горных пород при проходке выработок и другого техногенного влияния на породный массив.</p> <p>Традиционные критерии для оценки степени вредного влияния. Методы оценки степени вредного влияния горных работ на здания и сооружения. Примеры оценки вредного влияния горных работ на здания и сооружения на основе данных математического моделирования.</p>	2
Итого в 10 семестре			16
Итого:			116

4.2.3. Практические занятия

№ п/п	Разделы	Тематика практических занятий	Трудоемкость в ак. часах
Маркшейдерское обеспечение защиты зданий и сооружений от вредного влияния горных работ (7 семестр)			
1	Раздел 2	Определение допустимых и предельных показателей деформаций, безопасной глубины для железной дороги МПС, вертикального и наклонного стволов.	4
2	Раздел 3	Построение предохранительного целика под вертикальный шахтный ствол с жесткой крепью.	10
3	Раздел 4	Построение предохранительного целика под наклонный шахтный ствол с учетом здания подъемной машины.	10
4	Раздел 5	Расчет и построение предохранительного целика методом перпендикуляров под магистральную железную дорогу.	10

Маркшейдерское обеспечение безопасности горных работ в опасных зонах (8 семестр)			
5	Раздел 7	Расчёт и построение зоны водопродводящих трещин при отработке одного пласта.	4
6	Раздел 7	Расчёт и построение зоны водопродводящих трещин при отработке свиты пластов.	4
7	Раздел 9	Расчёт параметров опасной зоны (барьерного целика) у затопленной очистной выработки с построением предохранительного целика в нижележащем пласте.	4
8	Раздел 9	Расчёт параметров опасной зоны (барьерного целика) у затопленных подготовительных выработок (уклон и ходок) с построением предохранительного целика в вышележащем пласте.	4
Маркшейдерское обеспечение устойчивости бортов карьеров и отвалов (9 семестр)			
9	Раздел 11	Обработка результатов наблюдений за деформацией борта карьера и построение поверхностей скольжения	10
10	Раздел 12	Расчет коэффициента запаса устойчивости борта карьера	14
11	Раздел 13	Составление проекта наблюдательной станции на борту карьера	10
Математическое моделирование геомеханических процессов в маркшейдерском обеспечении охраны зданий и сооружений от вредного влияния горных работ (10 семестр)			
12	Раздел 14	Оценка естественного НДС породного массива методами численного моделирования	4
13	Раздел 15	Моделирование сдвижений и деформаций горных пород (грунтов) на основе МКЭ для одиночной выработки (тоннеля)	8
14	Раздел 16	Анализ напряженно-деформированного состояния горных пород и параметров мульды сдвижения	2
15	Раздел 17	Моделирование сдвижений и деформаций горных пород (грунтов) на основе МКЭ для открытого способа (карьера, котлована)	9
16	Раздел 18	Оценка напряженно-деформированного состояния горных пород в массиве и параметров мульды сдвижения на земной поверхности над тоннелем	5
17	Раздел 18	Оценка напряженно-деформированного состояния горных пород в массиве, устойчивости горных пород и параметров сдвижения земной поверхности вблизи карьера (котлована)	4
Итого:			116

4.2.4. Лабораторные работы

Лабораторные работы не предусмотрены.

4.2.5. Курсовые проекты

№ п/п	Темы курсовых проектов	
Маркшейдерское обеспечение защиты зданий и сооружений от вредного влияния горных работ (7 семестр)		
1	Охрана подрабатываемого объекта (гражданского здания) от вредного влияния подземных горных разработок (по вариантам)	
Математическое моделирование геомеханических процессов в маркшейдерском обеспечении охраны зданий и сооружений от вредного влияния горных работ (10 семестр)		
2	Прогнозная оценка НДС породного массива и расчёт деформаций земной поверхности на основе методов численного моделирования геомеханических процессов (по вариантам)	

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе обучения применяются:

Лекции, которые являются одним из важнейших видов учебных занятий и составляют основу теоретической подготовки обучающихся. Цели лекционных занятий:

-дать систематизированные научные знания по дисциплине, акцентировать внимание на наиболее сложных вопросах дисциплины;

-стимулировать активную познавательную деятельность обучающихся, способствовать формированию их творческого мышления.

Практические занятия. Цели практических занятий:

-совершенствовать умения и навыки решения практических задач.

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

Консультации (текущая консультация, накануне экзамена – 7, 8, 10 семестры, дифф. зачета – 9 семестр) 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.

Курсовое проектирование формирует навыки самостоятельного профессионального творчества.

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. Методы прогноза сдвижений и деформаций:

1. Приведите формулу определения оседания земной поверхности в заданной точке мульды сдвижения.

2. Сообщить о системе координат, принятой в методе расчета и прогноза сдвижений и деформаций в заданных точках мульды сдвижения.

3. Привести формулу определения вероятного оседания при углах падения пластов $\alpha \leq 25^\circ$, когда границы выработок не располагаются в одной горизонтальной плоскости.

4. Дать определение понятию «наиболее влияющие пласты».

5. Объяснить сущность коэффициентов C_2 , C_3 , используемых при расчетах вероятных сдвижений и деформаций при перспективном планировании горных работ.

Раздел 2. Условия безопасной выемки угля в зонах влияния на промышленные здания и инженерные сооружения:

Дайте определение допустимым деформациям (показателям деформаций) и предельным деформациям (показателям деформаций) земной поверхности (основания гражданских и промышленных зданий, сооружений).

Какая глубина называется безопасной глубиной разработки для гражданских и промышленных зданий, инженерных сооружений, санитарно-технических сетей, трубопроводов (водо-, газо-, нефтепроводов)?

Определите понятие «предельная глубина разработки» для гражданских и промышленных зданий, инженерных сооружений, санитарно-технических сетей, трубопроводов (водо-, газо-, нефтепроводов).

Как планируется вести горные работы на участках между горизонтами безопасной и предельной глубиной разработки для гражданских и промышленных зданий, инженерных сооружений, санитарно-технических сетей, трубопроводов (водо-, газо-, нефтепроводов)?

Как планируется вести горные работы на участках выше горизонта предельной глубины разработки для гражданских и промышленных зданий, инженерных сооружений, санитарно-технических сетей, трубопроводов (водо-, газо-, нефтепроводов)?

Раздел 3. Расчётные, допустимые и предельные показатели деформаций земной поверхности для подрабатываемых промышленных зданий и инженерных сооружений:

1. Какие деформации земной поверхности (основания сооружения) считаются допустимыми деформациями (показателями деформаций)?

2. Какие деформации земной поверхности (основания сооружения) считаются предельными деформациями (показателями деформаций)?

3. В каких случаях условия безопасной выемки определяются допустимыми значениями деформаций (показателей деформаций), а в каких – безопасной глубиной разработки пластов?

4. В каких случаях, при подработке свиты пластов под гражданскими, промышленными, инженерными сооружениями и санитарно-техническими сетями, безопасная глубина может рассчитываться отдельно для каждого пласта свиты как для одиночного?

5. Для каких объектов безопасная глубина определяется через коэффициент безопасности? Назовите формулу определения безопасной глубины через коэффициент безопасности.

Раздел 4. Горные меры охраны и конструктивные меры защиты вертикальных шахтных стволов и трубопроводов:

1. Сообщить, какие используются горные меры охраны при ведении горных работ в зонах влияния сдвижений и деформаций горных пород на вертикальные шахтные стволы.

2. Сообщить структуру и содержание проекта охраны вертикальных шахтных стволов путем применения горных мер.

3. Перечислить конструктивные меры защиты трубопроводов, которые являются наиболее эффективными.

4. Сообщить, как реализуется конструктивная мера защиты трубопровода «разрезка трубопровода с последующей вваркой катушек».

5. Сообщить о том, каким образом выявляются места разрезки подрабатываемых трубопроводов.

Раздел 5. Методы и методики построения предохранительных целиков:

1. Пояснить, как осуществляется построение предохранительных целиков под вертикальные шахтные стволы по «первому варианту»? по «второму варианту»?

2. Сообщить, как осуществляется построение предохранительных целиков под наклонные шахтные стволы.

3. Как определяется длина перпендикуляров в сторону восстания? в сторону падения?

4. Привести формулу перехода от углов сдвижения β , γ к углам сдвижения в диагональном направлении β' , γ' .

5. Сообщить о построении предохранительного целика оптимальных размеров под здание, ось которого расположена под углом к линии простирания пласта.

Раздел 6. Механизм формирования опасных зон в подрабатываемом массиве горных пород:

1. На какие типы разделяются опасные зоны?

2. Где располагается относительно очистной выработки зона повышенного горного давления?

3. Где располагается относительно очистной выработки зона, опасная по проявлениям горных ударов и выбросов газа и пыли?

4. Сообщить о принципах, согласно которым классифицируются горные удары.

5. На какую высоту может распространяться зона водопроводящих трещин (ЗВТ)?

Раздел 7. Определение высоты распространения зоны водопроводящих трещин на основе геомеханики образования техногенных трещин в слоях подрабатываемого массива горных пород:

1. Как образуются полости отслоения?

2. Как образуются нормальнонаправленные слои трещины?

3. Как формируется в слое блок?
4. Раскрыть суть понятия «граничная кривизна».
5. Раскрыть суть понятия «высота зоны водопроводящих трещин».

Раздел 8. Геомеханическое обоснование необходимых размеров барьерных целиков (опасных зон) у затопленных горных выработок:

1. Дать определение понятию «барьерные целики», оставляемые у затопленных выработках.
2. Изложите схему разрушения краевой части пласта угля.
3. Изложите механизм разрушения краевых частей целика.
4. Какими должны быть размеры барьерных целиков у затопленных выработок, чтобы выполнить свою водозащитную функцию?
5. Как была получена поправка, учитывающая увеличение разрушающейся части угольного целика

Раздел 9. Определение границ опасной зоны (размеров барьерных целиков) у затопленных горных выработок:

1. Сообщить, как определяется ширина опасной зоны (барьерного целика) у затопленной выработки в пластах мощностью $m < 3,5$ м и с углом падения $\alpha \leq 30^\circ$.
2. Сообщить, как определяется ширина опасной зоны (барьерного целика) у затопленной выработки в пластах мощностью $m < 3,5$ м и с углом падения $\alpha > 30^\circ$.
3. Оставляют или нет барьерные целики в пластах мощностью $m \geq 3,5$ м и с углом падения $\alpha \leq 30^\circ$, $\alpha > 30^\circ$?
4. Сообщить, как строится опасная зона по прорывам воды (барьерный целик) для затопленного вертикального шахтного ствола.
5. Сообщить, как определяются границы опасной зоны по возможному проникновению поверхностных вод в действующие выработки через погашенный наклонный ствол.

Раздел 10. Составление проектов границ опасных зон у затопленных горных выработок и ведения горных работ вблизи этих зон:

1. Сообщить кто является ответственным за организацию составления проекта границ опасных зон у затопленных выработок на действующих шахтах.
2. Сообщить кто является ответственным за организацию составления проекта границ опасных зон у разрывных нарушений и незатампонированных разведочных скважин на действующих шахтах.
3. Сообщить о содержании проекта границы опасной зоны у затопленной выработки, у разрывного нарушения, у незатампонированной скважины.
4. Сообщить о содержании проекта ведения горных работ в опасных зонах у затопленных выработок, разрывных нарушений, незатампонированных скважин.
5. Сообщить о том, какие графические материалы включают к проектам границы опасной зоны у затопленной выработки, у разрывного нарушения, у незатампонированной скважины.

Раздел 11. Закономерности развития деформаций и распределения напряжений в массивах горных пород бортов карьеров, отвалов

1. Что такое устойчивость бортов разрезов, откосов уступов и отвалов?
2. Что собой представляет деформация открытой горной выработки или отвала?
3. Как подразделяются деформации по характеру нарушения сплошности пород?
4. Что такое обрушение?
5. Опишите основные характеристики геометрических размеров деформаций.

Раздел 12. Методы оценки устойчивости бортов карьеров и отвалов

1. Что такое устойчивость горного объекта?
2. Что такое коэффициент запаса устойчивости?
3. Что такое удерживающие и сдвигающие силы, действующие вдоль поверхности скольжения?
4. Перечислите факторы, влияющие на устойчивость бортов карьеров.
5. Перечислите инженерные методы определения устойчивости.

Раздел 13. Маркшейдерские наблюдения за деформациями бортов разрезов, откосов уступов и отвалов

1. Какова цель маркшейдерских наблюдений за деформациями откосов?
2. Что собой представляет наблюдательная станция на борту карьера?
3. Как выполняется Задание направления веерообразно расположенным горизонтальным скважинам?
4. Что такое профильная линия?
5. Как рассчитывается протяженность части профильной линии без опорных реперов на поверхности, примыкающей к карьере?

Раздел 14. Основные понятия и закономерности в теории моделирования геомеханических процессов

1. Дайте определение основных понятий горной геомеханики: сдвигание, деформация и напряжение.
2. Что понимают под оценкой НДС породного массива?
3. Какие факторы определяют НДС пород и его изменение при проходке выработок?
4. Какие уравнения требуется решить расчета НДС породного массива с выработкой?
5. Чем определяется сложность задач расчета НДС породных массивов в сравнении с задачами НДС в других средах?

Раздел 15. Основные модели горных пород и грунтов

1. Что понимают под моделью горной породы или грунта?
2. Связь каких параметров обеспечивают физические уравнения механики?
3. Перечислите и охарактеризуйте основные типы моделей применяемых для описания поведения горных пород и грунтов.
4. Какими параметрами описываются упругие, пластические и реологические свойства горных пород?
5. В чем суть проблемы масштабного фактора в геомеханике?

Раздел 16. Аналитические методы решения геомеханических задач

1. Сформулируйте принципы решения геомеханических задач аналитическими методами.
2. Для какого класса задач возможно применить аналитическое описание параметров НДС породных массивов при проходке в них выработок?
3. Связь каких параметров обеспечивают физические уравнения механики?
4. Какие преимуществами и недостатками характеризуются аналитические методы решения геомеханических задач?
5. В чем суть метода комплексных потенциалов Колосова-Мусхелишвили, широко применяемого в математической теории упругости? Его значение для решения геомеханических задач.

Раздел 17. Численное моделирование геомеханических процессов

1. Сформулируйте основные принципы, положенные в основу решения задач численными методами. Сравните их с аналитическими для задач о НДС горных пород.
2. Какие известные методы численного моделирования широко применяются в горной геомеханике?
3. Кратко сформулируйте суть реализации решения задачи о НДС методом конечных элементов?
4. Опишите способы решения задач с физической и геометрической нелинейностью в методе конечных элементов.
5. Какие способы оптимизации вычислений можно использовать в методе конечных элементов для сокращения времени расчетов и минимизации машинной памяти?

Раздел 18. Применение результатов математического моделирования сдвижений и деформаций горных пород при оценке вредного влияния

1. Сформулируйте основные преимущества применения методов математического моделирования в части возможностей прикладных расчетов.
2. Какие выходные параметры рассматриваются при анализе результатов математического моделирования геомеханических процессов?

3. Перечислите основные формы представления векторных и скалярных данных, а также инструменты визуализации результатов расчетов, реализуемые в современных программных комплексах по моделированию НДС?

4. Как обеспечивается связь расчетных параметров в известных универсальных программных средах для моделирования с традиционными параметрами, используемыми в маркшейдерской практике?

5. Какие критерии необходимо использовать для оценки вредного влияния горных работ?

6.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации (дифф. зачета, экзамена)

6.2.1. Примерный перечень вопросов/заданий к дифф. зачету, экзамену (по дисциплине):

1. Какие существуют методы прогноза сдвижений и деформаций? Охарактеризуйте условия применения каждого из названных прогнозных методов расчета сдвижений и деформаций.

2. Метод прогноза вероятных сдвижений и деформаций.

3. Метод прогноза ожидаемых сдвижений и деформаций.

4. Расчёт ожидаемых сдвижений и деформаций при залегании пород в синклинальных складках, в зонах влияния дизъюнктивных нарушений.

5. Что называется *безопасной глубиной разработки*?

6. Как откладывается *безопасная глубина* относительно подрабатываемого объекта?

7. Как допускается отработка пластов ниже горизонта *безопасной глубины* горных работ?

8. Как определяется *безопасная глубина* при разработке одиночных пластов?

9. Как определяется *безопасная глубина* при разработке свит пластов с углом падения $\alpha < 25^\circ$?

10. По какому критерию в свите пластов с углами падения $\alpha < 25^\circ$ выделяют три наиболее влияющих пласта, расположенных в зоне влияния на охраняемый объект?

11. Какие деформации земной поверхности (основания сооружения) считаются *допустимыми деформациями (показателями деформаций)*?

12. Какие деформации земной поверхности (основания сооружения) считаются *предельными деформациями (показателями деформаций)*?

13. В каких случаях условия *безопасной выемки* определяются *допустимыми значениями деформаций (показателей деформаций)*, а в каких – *безопасной глубиной разработки пластов*?

14. В каких случаях, при подработке свиты пластов под гражданскими, промышленными, инженерными сооружениями и санитарно-техническими сетями, *безопасная глубина* может рассчитываться отдельно для каждого пласта свиты как для одиночного?

15. Для каких объектов *безопасная глубина* определяется через коэффициент безопасности? Назовите формулу определения *безопасной глубины* через коэффициент безопасности.

16. Дайте определение *предельным показателями деформаций*.

17. Как рассчитывается *предельная глубины разработки*?

18. Изложите, как *безопасные* и *предельные глубины* разработок используются для выбора мер охраны зданий и сооружений при планировании горных работ?

19. Что должны проводить угледобывающие организации при отступлении от настоящих Правил охраны (Правила ..., 1998 г.) или при выемке угля под охраняемыми объектами с применением *горных* и *конструктивных мер охраны*?

20. Изложите сущность понятия «*Горные меры охраны*».

21. Как влияет гидростатическое взвешивание на значение коэффициента запаса устойчивости?

22. Как влияет гидродинамическое давление на значение коэффициента запаса устойчивости?

23. Какова цель маркшейдерских наблюдений за деформациями откосов?

24. Что собой представляет наблюдательная станция на борту карьера?

25. Что такое профильная линия?

26. Как рассчитывается протяженность части профильной линии без опорных реперов на поверхности, примыкающей к карьере?
27. Что рекомендуется прилагать к плану наблюдательной станции?
28. Что следует включать в пояснительную записку?
29. Как выполняется перенос проекта наблюдательной станции в натуру?
30. Как рассчитать глубину закладки репера?
31. Физико-механические свойства горных пород. Свойства пластичности и ползучести горных пород.
32. Физико-механические свойства породного массива. Проблема масштабного фактора при изучении свойств горных пород.
33. Физико-механические свойства горных пород. Методы оценки свойств пород и породных массивов.
34. Исходное напряженное состояние массивов горных пород. Типы породных массивов.
35. Исходное напряженное состояние массивов горных пород. Методы оценки природного НДС пород и породных массивов..
36. Исходное напряженное состояние массивов горных пород. Гипотеза А.Н.Динника.
37. Исходное напряженное состояние массивов горных пород. Гипотеза гиростатического поля исходных напряжений.
38. Исходное напряженное состояние массивов горных пород. Гипотеза Джаки для массивов слабых пород (грунтов).
39. Моделирование НДС горных пород и массивов. Физические способы моделирования.
40. Моделирование НДС горных пород и массивов. Методы математического моделирования.
41. Численные методы решения геомеханических задач. Основные численные методы и их характеристика.
42. Метод конечных элементов. Основные теоретические предпосылки и принципы решения задачи оценки НДС.
43. Метод конечных элементов. Типы конечных элементов. Особенности построения сети конечных элементов.
44. Модели конструкций. Упругая модель. Типы конечных специальных элементов.
45. Основные модели грунтов. Идеальная упругопластическая модель Кулона-Мора.
46. Основные модели грунтов. Упругопластическая модель упрочняющегося грунта (НС).
47. Метод конечных элементов. Особенности построения задач о проходке выработок.
48. Метод конечных элементов. Методы анализа и визуализации данных.
49. Закономерности развития НДС при сооружении в массиве одиночной капитальной выработки.
50. Закономерности развития НДС при устройстве в массиве котлованов.

6.2.2. Примерные тестовые задания к дифф. зачету, экзамену

Вариант № 1

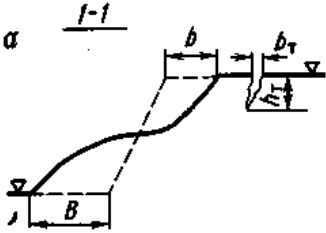
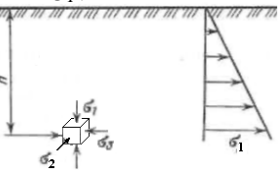
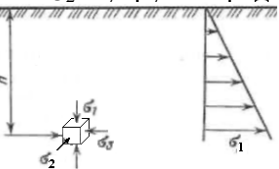
№	Вопросы	Варианты ответов
1.	При построении целиков для объектов, расположенных диагонально в плане по отношению к линии простирания пластов используют:	<ol style="list-style-type: none"> 1. углы β_0 и γ_0 на разрезах, не совпадающих с разрезами вкrest простирания пластов и составляющих углы θ с направлением простирания пластов. 2. углы β' и γ' на разрезах, не совпадающих с разрезами вкrest простирания и составляющих углы θ с направлением простирания пластов. 3. углы δ_0 на разрезах, не совпадающих с разрезами по простиранию пластов и составляющих углы θ с направлением простирания пластов 4. углы ψ_1 и ψ_2 на разрезах, не совпадающих с разрезами вкrest простирания пластов.

№	Вопросы	Варианты ответов
2.	По 2-му варианту, по углам сдвига определяются границы целиков под вертикальные стволы на следующих участках массива горных пород:	<ol style="list-style-type: none"> 1. до глубины $1,2 H_c$, где H_c – глубина ствола с зумпфом. 2. до глубины H_o (определяется по «Правилам...» и ниже глубины $1,2 H_c$, (H_c – глубина ствола с зумпфом). 3. в интервале глубин от H_o до $1,2 H_c$. 4. в интервале глубин от H_o до $H_1(H_2)$, где H_1 и H_2 определяются по «Правилам...».
3.	Условие использования для построения целиков под вертикальные стволы либо глубины H_1 , либо глубины H_2 следующее:	<ol style="list-style-type: none"> 1. при углах падения $\alpha > 45^\circ$ используется глубина H_1, а при $\alpha \leq 45^\circ$ – глубина H_2. 2. при углах падения $\alpha \leq 30^\circ$ используется глубина H_1, а при $\alpha > 30^\circ$ – глубина H_2. 3. при углах падения $\alpha \leq 45^\circ$ используется глубина H_1, а при $\alpha > 45^\circ$ – глубина H_2. 4. при углах падения $\alpha \geq 30^\circ$ используется глубина H_1, а при $\alpha < 30^\circ$ – глубина H_2.
4.	Размеры околоствольных (опорных) целиков, оставляемые по пласту, по которому пройден ствол, определяются:	<ol style="list-style-type: none"> 1. в зависимости от длины наклонного ствола. 2. в соответствии с Инструкцией по производству маркшейдерских работ. 3. по Правилам охраны сооружений и природных объектов от вредного влияния подземных горных разработок на угольных месторождениях. 4. в соответствии с разделом 4 Указаний по рациональному расположению, охране и поддержанию горных выработок на угольных шахтах СССР.
5.	Без применения горных и конструктивных мер защиты горные работы могут производиться:	<ol style="list-style-type: none"> 1. на горизонте безопасной глубины. 2. выше горизонта безопасной глубины. 3. ниже горизонта безопасной глубины. 4. 1 + 3.
6.	В охраняемую площадь наклонного ствола входит:	<ol style="list-style-type: none"> 1. площадь контура наклонного ствола. 2. площадь контура наклонного ствола, берма относительно контура ствола и берма шириной 10м от устья в сторону восстания. 3. площадь контура наклонного ствола и площадь бермы для устья ствола. 4. опорный целик по простиранию и падению в пласте, в котором пройден ствол, и берма шириной 10м от устья ствола в сторону восстания.
7.	Для определения границ целиков на разрезах, не совпадающих с направлением простирания или падения пластов, используют:	<ol style="list-style-type: none"> 1. углы β и γ – углы сдвига на разрезах вкрест простирания пластов. 2. угол δ – угол сдвига на разрезах по простиранию пластов. 3. углы ψ_1 и ψ_2 – углы полных сдвижений на разрезах вкрест простирания пластов. 4. углы β' и γ' на разрезах, составляющих углы θ с направлением простирания пластов.
8.	По периметру здания отрываю траншеи для защиты его от:	<ol style="list-style-type: none"> 1. вертикальных деформаций. 2. горизонтальных деформаций. 3. наклонов в мульде сдвига. 4. деформаций кривизны.

№	Вопросы	Варианты ответов
9.	Деформации в массиве горных пород имеют следующую тенденцию распределения:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Интенсивность деформаций уменьшается в направлении от горной выработки к поверхности. 2. Интенсивность деформаций увеличивается в направлении от горной выработки к поверхности. 3. Деформации уменьшаются в сторону падения пласта. 4. Деформации увеличиваются в сторону восстания пласта.
10.	Высота зоны водопродвижающих трещин (ЗВТ) это:	<ol style="list-style-type: none"> 1. высота зоны полных сдвижений. 2. расстояние от кровли очистной выработки до слоя на верхней границе зоны обрушения. 3. расстояние от кровли очистной выработки до слоя, имеющего значение граничной кривизны. 4. Расстояние от кровли очистной выработки до слоя, имеющего максимальное оседание.
11.	Высота распространения зоны водопродвижающих трещин (ЗВТ) H_T связана с граничной кривизной K_G следующим уравнением:	<ol style="list-style-type: none"> 1. $H_T = 2 \sqrt{\frac{m}{K_G}}$. (m – вынимаемая мощность пласта) 2. $H_T = 2\sqrt{m \cdot K_G}$. 3. $H_T = \sqrt{\frac{m}{K_G}}$. 4. $H_T = \sqrt{m \cdot K_G}$.
12.	Зона водопродвижающих трещин представляет собой:	<ol style="list-style-type: none"> 1. систему кососекущих слоёв трещин. 2. систему двух техногенных трещин: трещин расслоений и отслоений. 3. систему двух техногенных трещин: сквозных и не сквозных нормальносекущих слоёв трещин. 4. систему двух взаимно перпендикулярных техногенных трещин: трещин расслоений и сквозных нормальносекущих слоёв трещин.
13.	Углы разрывов – это:	<ol style="list-style-type: none"> 1. внутренние углы между границей выработки и деформациями разрывов в мульде. 2. это внутренние относительно выработанного пространства углы в плоскости главных сечений мульды сдвига, соединяющие границу выработки с крайними трещинами в мульде сдвига. 3. это внешние относительно выработанного пространства углы в плоскости главных сечений мульды сдвига, соединяющие границу выработки с крайними трещинами в мульде сдвига. 4. это внешние относительно выработанного пространства углы в плоскости главных сечений мульды сдвига, соединяющие середину выработки с крайними трещинами в мульде сдвига.
14.	В пластах, залегающих <i>под</i> или <i>над</i> пластом с затопленными выработками, угольные целики в границах опасных зон по прорывам воды называют:	<ol style="list-style-type: none"> 1. барьерными целиками. 2. предохранительными целиками. 3. охранными целиками. 4. водозащитными целиками.

№	Вопросы	Варианты ответов
15.	В пласте, залегающим под пластом с затопленными выработками, устанавливается опасная зона для ведения очистных работ, если:	<ol style="list-style-type: none"> 1. расстояние между пластами по нормали более величины H_T (высоты зоны водопродводящих трещин). 2. расстояние между пластами по нормали менее величины H_T (высоты зоны водопродводящих трещин). 3. расстояние между пластами по нормали менее величины $10h$ (h - высота выработки вчерне). 4. расстояние между пластами по нормали более величины $10h$ (h - высота выработки вчерне).
16.	Если по расчётам значение ширины опасной зоны (барьерного целика) у затопленной выработки получится меньше 20 м, то:	<ol style="list-style-type: none"> 1. ширину опасной зоны (барьерного целика) следует принять $2 \cdot 20\text{м} = 40\text{м}$. 2. ширину опасной зоны (барьерного целика) следует принять $20\text{м}/2 = 10\text{м}$. 3. ширину опасной зоны (барьерного целика) следует принять 20м. 4. ширину опасной зоны (барьерного целика) следует принять $3 \cdot 20\text{м} = 60\text{м}$.
17.	У затопленных вертикальных шахтных стволов, шурфов и необсаженных технических скважин ширина опасных зон (барьерных целиков) рассчитывается по формуле:	<ol style="list-style-type: none"> 1. $d = (5m + 0.05H + 0.001l) + \Delta$ (m – вынимаемая мощность пласта; H – глубина залегания затопленной выработки; l – суммарная длина теодолитных ходов от ствола до затопленной выработки; Δ - поправка, учитывающая влияние угла падения пласта на устойчивость барьерного целика). 2. $d = 0.05H + 0.001l + 5$. 3. $d = 5m + 0.05H + 5$. 4. $d = (5m + 0.05H + 0.001l) - \Delta$.
18.	В пластах, залегающих над пластом с затопленными очистными выработками, устанавливаются опасные зоны:	<ol style="list-style-type: none"> 1. ниже уровня воды в затопленных выработках, если расстояние по нормали между ними и затопленными выработками меньше значения H_T (высоты зоны водопродводящих трещин). 2. ниже уровня воды в затопленных выработках, если расстояние по нормали между ними и затопленными выработками больше значения H_T (высоты зоны водопродводящих трещин). 3. если расстояние по нормали между ними и затопленными выработками меньше значения H_T (высоты зоны водопродводящих трещин). 4. если расстояние по нормали между ними и затопленными выработками больше значения H_T (высоты зоны водопродводящих трещин).
19.	Угольные целики в пластах с затопленными выработками в границах опасных зон по прорывам воды называют:	<ol style="list-style-type: none"> 1. водозащитными целиками. 2. предохранительными целиками. 3. охранными целиками. 4. барьерными целиками.
20.	За границу водного объекта, относительно которого строится целик, принимается:	<ol style="list-style-type: none"> 1. контур водного объекта. 2. контур водного объекта и берма. 3. граница максимального разлива воды, установленная гидрогеологической службой с вероятностью 0,97. 4. граница минимального разлива воды, установленная гидрогеологической службой с вероятностью 0,97.

Вариант №2

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1.	Что такое накопление продуктов осыпания горных пород у основания откоса?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Осыпи; 2. Обрушения; 3. Оползни; 4. Просадки.
2.	Что такое смещение, под действием силы веса, масс горных пород, слагающих откос (нередко и его основание), происходящее в виде скользящего движения (иногда течения) между смещающимися породами и неподвижным массивом?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Осыпи; 2. Обрушения; 3. Оползни; 4. Просадки.
3.	<p>Что обозначено h_T, на представленном рисунке?</p> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ширина трещины отрыва; 2. Глубина трещины отрыва; 3. Длина трещины отрыва; 4. Ориентация трещины отрыва.
4.	<p>По какой формуле вычисляется величина σ_1?</p> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. $\sigma_1 = \text{tg}(45^\circ + \varphi/2)\gamma H$; 2. $\sigma_1 = \text{tg}^2(45^\circ - \varphi/2)\gamma H$; 3. $\sigma_1 = \gamma H$; 4. $\sigma_1 = v/(1 - v)\gamma H$.
5.	<p>По какой формуле вычисляется величина σ_2 в упругой среде?</p> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. $\sigma_1 = \text{tg}(45^\circ + \varphi/2)\gamma H$; 2. $\sigma_1 = \text{tg}^2(45^\circ - \varphi/2)\gamma H$; 3. $\sigma_1 = \gamma H$; 4. $\sigma_1 = v/(1 - v)\gamma H$.
6.	Под каким углом к главному напряжению образуются площадки разрушения горных пород?	<ol style="list-style-type: none"> 1. $45^\circ + \varphi/2$; 2. $45^\circ - \varphi/2$; 3. $45^\circ + \varphi$; 4. $45^\circ - \varphi/4$.
7.	Что такое зависимость предельных разрушающих касательных напряжений от действующих в горной породе нормальных напряжений?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Предельная нормальная прочность горной породы; 2. Касательная прочность горной породы; 3. Паспорт прочности горной породы; 4. Фотография прочности горной породы.
8.	Что такое способность горного объекта функционировать с заданными параметрами в определенных условиях в течение требуемого отрезка времени?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Предельное состояние горного объекта; 2. Постоянство горного объекта; 3. Устойчивость горного объекта; 4. неустойчивое состояние горного объекта.
9.	Что такое отношение удерживающих и разрушающих (сдвигающих) сил, вызванных природными и технологическими нагрузками?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Коэффициент запаса устойчивости; 2. Коэффициент устойчивости; 3. Коэффициент неустойчивости; 4. Коэффициент запаса неустойчивости;
10.	Какие факторы не влияют на устойчивость бортов разрезов?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Инженерно-геологические; 2. Гидрогеологические;

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
		3. Физико-географические; 4. Ветровые.
11.	Как влияет гидростатическое взвешивание на значение коэффициента запаса устойчивости?	1. Снижает; 2. Увеличивает; 3. Не влияет; 4. Сначала снижает, затем увеличивает.
12.	Что означает коэффициент a в выражении $C_m = \frac{C_0}{(1 - a \ln \frac{H}{l})} ?$	1. Коэффициент структурного ослабления массива горных пород; 2. Коэффициент устойчивости массива горных пород; 3. Коэффициент структурной стабильности массива горных пород; 4. Коэффициент пропорциональности;
13.	Как влияет гидродинамическое давление на значение коэффициента запаса устойчивости?	1. Снижает; 2. Увеличивает; 3. Не влияет; 4. Сначала снижает, затем увеличивает.
14.	Какие методы не относятся к числу инженерных методов?	1. Методы алгебраического; 2. Методы многоугольника сил; 3. Комбинации методов 1 и 2; 4. Методы оптимизации.
15.	Что такое часть маркшейдерской наблюдательной станции в виде прямой или ломаной линии, по которой расположены реперы по наблюдению за деформациями горных пород?	1. Профильная линия; 2. Визирная линия; 3. Реперная линия; 4. Наблюдательная линия.
16.	Какие цели наблюдений не входят в перечень целей маркшейдерских наблюдений за деформациями откосов карьера?	1. Установление границ распространения и вида деформаций горных пород; 2. Определение скорости и величин деформаций; 3. Определение направления развития деформаций; 4. Предрасчет развития деформаций во времени при углубке карьера.
17.	Какой тип реперов не входит в перечень типов реперов профильной линии?	1. Исходные; 2. Опорные; 3. Рабочие; 4. Внешние.
18.	По какой формуле рассчитывается протяженность части профильной линии без опорных реперов на поверхности, примыкающей к карьере? H – глубина карьера.	1. H ; 2. $1,25H$; 3. $1,3H$; 4. $1,5H$.
19.	Что не включается в перечень пунктов содержания проекта наблюдательной станции;	1. План наблюдательной станции в масштабе 1:1000 или 1:2000; 2. Краткая пояснительная записка; 3. Геологические карты и разрезы; 4. Затраты времени на работы.
20.	По какой формуле рассчитывается глубина закладки репера h относительно земной поверхности? h_{\max} – максимальная глубина промерзания;	1. $h = h_{\max} + a - b$; 2. $h = h_{\max} + a + b$; 3. $h = h_{\max} - a - b$; 4. $h = h_{\max} - a + b$.

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
	a – высота якоря; b – запас, определяемый величиной возможной ошибки определения глубины промерзания, в сумме с мощностью пористого основания	

Вариант №3

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1.	Горная геомеханика – это	<ol style="list-style-type: none"> 1. наука о теплофизических свойствах породных массивов. 2. наука о механических свойствах породных массивов и механических процессах, происходящих в них при ведении горных работ. 3. наука о механических свойствах деталей машин и механических процессах в них, происходящих в них при ведении горных работ. 4. наука о механических процессах в деталях машин, возникающих в них при ведении работ.
2.	Напряжение (механическое) – это	<ol style="list-style-type: none"> 1. мера воздействия внешних сил на деформируемое тело 2. мера внутренних сил, возникающих в деформируемом теле под влиянием различных факторов (нагрузок) 3. это мера внешних сил, возникающих в недеформируемом теле 4. это мера внутреннего сопротивления жидкого тела
3.	К параметрам напряженно-деформированного состояния породных массивов не относятся	<ol style="list-style-type: none"> 1. напряжения 2. элементы залегания 3. деформации 4. сдвигения
4.	Исходное напряженно-деформированное состояние массивов определяется	<ol style="list-style-type: none"> 1. только гравитационными силами 2. только тектоническими силами 3. гравитационными и тектоническими силами 4. совокупностью пройденных в массиве выработок
5.	Под моделью горных пород (грунтов) в геомеханике понимают	<ol style="list-style-type: none"> 1. совокупность предпосылок и зависимостей, определяющих химическое поведение пород при выщелачивании 2. совокупность предпосылок и зависимостей, определяющих физическое (механическое) поведение пород под нагрузкой 3. система зависимостей для описания сдвижений и деформаций породных массивов 4. образцы горных пород из керна
6.	Упругая модель (модель Гука) среды основана на двух основных предпосылках:	<ol style="list-style-type: none"> 1. отсутствие проявления обратимых деформаций и переход в запредельное состояние без проявления пластических деформаций 2. обратимости деформаций (при снятии нагрузки) и линейной зависимости напряжений от деформаций 3. наличия остаточных (пластических) деформаций после снятия нагрузки и нелинейной зависимости напряжений от деформаций

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
		4. необратимости деформаций (при снятии нагрузки) и нелинейной зависимости напряжений от деформаций
7.	К основным недостаткам идеальной упругопластической модели Кулона-Мора относят	<ol style="list-style-type: none"> 1. обратимость деформаций (при снятии нагрузки) и нелинейная зависимости напряжений от деформаций 2. линейность зависимости напряжений от деформаций до предела прочности, совпадение траекторий нагружения и разгрузки 3. учет проявления остаточных (пластических) деформаций после снятия нагрузки и нелинейной зависимости напряжений от деформаций 4. нелинейность зависимости напряжений от деформаций до предела прочности, различие траекторий нагружения и разгрузки
8.	В программном комплексе PLAXIS не реализованы следующие модели горных пород (грунтов)	<ol style="list-style-type: none"> 1. линейно-упругая (модель Гука) 2. вязко-упруго-пластическая модель среды 3. идеальная упруго-пластическая (Кулона-Мора) 4. модель трещиноватой породы (модель Хекка Брауна)
9.	Аналитическими методами в геомеханике принято называть	<ol style="list-style-type: none"> 1. все методы основанные на обработке натуральных данных 2. методы позволяющие получать функции распределения параметров НДС пород на основе теоретических решений механики 3. методы основанные на создании уменьшенных механических аналогов горных пород на базе теории подобия Ньютона 4. класс методов, который опирается на приближенное решение теоретической задачи с использованием дискретизации расчетной области
10.	Какие разделы механики не связаны с обеспечением основного теоретического базиса для горной геомеханики	<ol style="list-style-type: none"> 1. математическая теория упругости 2. аналитическая геометрия 3. математическая теория пластичности 4. реология
11.	Основным преимуществом аналитических методов геомеханики является	<ol style="list-style-type: none"> 1. учет факторов неоднородности массивов и многосвязности (наличия нескольких контуров выработок) 2. широкие возможности обобщения зависимостей и получение прямой аналитической связи параметров 3. широкие возможности при решении задач в объемной постановке и получение прямой аналитической связи параметров 4. учет факторов, связанных с влиянием забоя и его движения
12.	Что определяют физические уравнения механики сплошной среды	<ol style="list-style-type: none"> 1. фиксируют неразрывность (сплошность) среды 2. зависимость напряжений от деформаций 3. зависимость деформаций от сдвижений 4. зависимость напряжений от сдвижений
13.	Что понимают под численными методами решения задач?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Это методы, в которых вычислительный алгоритм заменяется математической (теоретической) задачей. 2. Это такой класс методов, который опирается на приближенное дискретное решение теоретической задачи или когда математическая задача заменяет-

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
		<p>ся другой - вычислительным алгоритмом.</p> <p>3. Это такой класс методов, который опирается на точное решение теоретической задачи.</p> <p>4. Это такой класс методов, которые опираются на данные натуральных наблюдений.</p>
14.	Какие преимущества имеют численные методы в сравнении с аналитическими?	<p>1. Позволяют рассматривать границы, удаленные на бесконечность, неоднородные и физически-линейные среды</p> <p>2. Позволяют рассматривать сложные границы, неоднородные и физически-нелинейные среды</p> <p>3. Позволяют рассматривать сложные границы, удаленные на бесконечность, неоднородные среды</p> <p>4. Непосредственно позволяют обеспечить прямую математическую связь входных и выходных параметров</p>
15.	Из перечисленных методов к численным методам моделирования не относится:	<p>1. метод конечных разностей</p> <p>2. метод комплексных потенциалов</p> <p>3. метод конечных элементов</p> <p>4. метод дискретных элементов</p>
16.	Какой численный метод положен в основу алгоритмов программного комплекса PLAXIS?	<p>1. Метод граничных элементов</p> <p>2. Метод конечных элементов</p> <p>3. Метод конечных разностей</p> <p>4. Метод дискретных элементов</p>
17.	Метод конечных элементов основан на	<p>1. дискретизации каждого конечного элемента и описании напряжений и деформации простейшими функциями</p> <p>2. дискретизации расчетной области на элементы и описании напряжений и деформации простейшими функциями или константами для каждого элемента</p> <p>3. дискретизации расчетной области на элементы по регулярной сетке</p> <p>4. построении аналитических (в математическом смысле) функций напряжений и деформации для всей расчетной области</p>
18.	Какие основные входные параметры необходимо использовать для организации численного моделирования в геомеханике?	<p>1. физико-механические характеристики пород</p> <p>2. геометрические параметры объекта моделирования, физико-механические характеристики пород, технологические параметры</p> <p>3. геометрические параметры объекта моделирования</p> <p>4. технологические параметры горных работ</p>
19.	В каких зонах следует ожидать высокие значения погрешностей расчетов НДС горных пород при использовании метода конечных элементов?	<p>1. В зонах с небольшими градиентами деформаций (напряжений) и крупной сеткой конечных элементов</p> <p>2. В зонах с большими градиентами деформаций (напряжений) и крупной сеткой конечных элементов</p> <p>3. В зонах с выдержанной мощностью пластов и пропластков пород</p> <p>4. В центральных зонах модели без выработок</p>
20.	Какие, традиционные для маркшейдерской практики, геомеханические параметры обычно не поддерживаются в современных программных комплексах, реализующих численные методы?	<p>1. Сдвигения и деформации сдвига</p> <p>2. Деформации наклона и деформации кривизны</p> <p>3. Напряжения и сдвигения</p> <p>4. Смещения и моменты</p>

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

6.3.1. Критерии оценок промежуточной аттестации (дифф.зачет)

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения	Углубленный уровень освоения	Продвинутый уровень освоения
	«3» (удовлетворительно)	«4» (хорошо)	«5» (отлично)
Посещение менее 50 % лекционных и практических занятий	Посещение не менее 60 % лекционных и практических занятий	Посещение не менее 70 % лекционных и практических занятий	Посещение не менее 85 % лекционных и практических занятий
Студент не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы	Студент поверхностно знает материал основных разделов и тем учебной дисциплины, допускает неточности в ответе на вопрос	Студент хорошо знает материал, грамотно и по существу излагает его, допуская некоторые неточности в ответе на вопрос.	Студент в полном объеме знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос
Не умеет находить решения большинства предусмотренных программой обучения заданий	Иногда находит решения, предусмотренные программой обучения заданий	Уверенно находит решения, предусмотренные программой обучения заданий	Безошибочно находит решения, предусмотренные программой обучения заданий
Большинство предусмотренных программой обучения заданий не выполнено	Предусмотренные программой обучения задания выполнены удовлетворительно	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены

Примерная шкала оценивания знаний в тестовой форме:

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

6.3.2. Критерии оценок промежуточной аттестации (экзамен)

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения	Углубленный уровень освоения	Продвинутый уровень освоения
	«3» (удовлетворительно)	«4» (хорошо)	«5» (отлично)
Студент не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы	Студент поверхностно знает материал основных разделов и тем учебной дисциплины, допускает неточности в ответе на вопрос	Студент хорошо знает материал, грамотно и по существу излагает его, допуская некоторые неточности в ответе на вопрос.	Студент в полном объеме знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос
Не умеет находить решения большинства предусмотренных программой обучения заданий	Иногда находит решения, предусмотренные программой обучения заданий	Уверенно находит решения, предусмотренные программой обучения заданий	Безошибочно находит решения, предусмотренные программой обучения заданий
Большинство предусмотренных программой обучения заданий не выполнено	Предусмотренные программой обучения задания выполнены удовлетворительно	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены

Примерная шкала оценивания знаний в тестовой форме:

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

6.3.3. Описание шкалы и критериев оценивания для проведения промежуточной аттестации в форме защиты курсового проекта

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

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

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Рекомендуемая литература

7.1.1. Основная литература

1. Маркшейдерское дело [Электронный ресурс]: учебник / В.Н. Гусев [и др.]. – СПб.: Горн. ун-т, 2016. – 448 с.

Режим доступа:

http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=402&task=set_static_req&ns_string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req_irb=<.>I=33%2E12%2F%D0%9C%2027%2D794103873<.>

2. Маркшейдерское обеспечение безопасности ведения горных работ вблизи опасных зон: Учеб. пособие / В.Н.Гусев, Е.М.Волохов. Национальный минерально-сырьевой университет «Горный». - СПб, 2013. 60 с.

3. Правила обеспечения устойчивости бортов и уступов карьеров, разрезов и откосов отвалов. ФНИП в области промышленной безопасности. Утвержден приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 13 ноября 2020 г. № 439.

4. Попов, В.Н. Устойчивость отвалов скальных пород: учебное пособие / В.Н. Попов, С.В. Попов, Б.В. Несмеянов. - Москва: Горная книга, 2010. - 123 с. - ISBN 978-5-7418-0665-4; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=229082>;

5. Маркшейдерское дело. Учебник. Гусев В. Н. (Владимир Николаевич), Алексенко А. Г. (Анастасия Геннадьевна), Волохов Е. М. (Евгений Михайлович) и др. – СПб.: ФГБОУ ВО "Санкт-Петербургский горный университет", 2016, электронное издание № госрегистрации 032170114. – <http://www.spmi.ru/>;

6. Гусев В.Н., Волохов Е.М. Сдвигание и деформации горных пород: Учеб. пособие / СПГИ(ТУ). СПб, 2008. – 85 с.

Режим доступа: <http://ior.spmi.ru/>, <https://search.rsl.ru/ru/record/01002402025>

7.1.2. Дополнительная литература

1. Определение безопасной глубины разработки под водными объектами: Методические указания к лабораторным работам / Национальный минерально-сырьевой университет «Горный». Сост. В.Н. Гусев. СПб, 2016. 21 с.
2. МАРКШЕЙДЕРСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ВЕДЕНИИ ГОРНЫХ РАБОТ. Построение границ опасных зон по прорывам воды в пластах с затопленными выработками: Методические указания к лабораторным работам / Санкт-Петербургский горный университет. Сост. В.Н. Гусев. СПб, 2016. 16 с.
3. Гусев В.Н., Волохов Е.М. Расчет ожидаемых сдвижений и деформаций земной поверхности. / Метод. указания для студентов маркшейдерской специальности / СПГГИ (ТУ). СПб, 2004. – 22 с.
4. Макаров А.Б. Практическая геомеханика. Пособие для горных инженеров. М.: 2006. – 391с.
5. Журавков М.А. Математическое моделирование деформационных процессов в твердых деформируемых средах (на примере задач механики горных пород и массивов): Курс лекций / Минск: БГУ, 2002. – 456 с. / ISBN 985-445-746-X/
6. Правила охраны сооружений и природных объектов от вредного влияния подземных горных разработок на угольных месторождениях. СПб, ВНИМИ, 1998. (Действующий нормативный документ).
8. Певзнер М.Е., Попов В.Н. Маркшейдерия: Учебник. – МГГУ. М., 2003. – 419с.
9. Маркшейдерское дело. Учебник для Вузов. Под редакцией И.Н.Ушакова. М.: Недра, 1989.
10. Методические указания по наблюдениям за деформациями бортов, откосов уступов и отвалов на карьерах и разработке мероприятий по обеспечению их устойчивости. – Электронный ресурс. – Режим доступа: <http://www.dereksiz.org/metodicheskie-ukazaniya-po-nablyudeniya-za-deformaciyami-bort.html>;
11. Инструкция по наблюдениям за деформациями бортов, откосов уступов и отвалов на карьерах и разработке мероприятий по обеспечению их устойчивости. – Л.: ВНИМИ, 1971. – 188 с. – Электронный ресурс. – Режим доступа: <http://www.alppp.ru/law/hozjajstvennaja-deyatelnost/geologija--geodezija-i-kartografija/2/instrukcija-po-nablyudenijam-za-deformacijami-bortov-otkosov-ustupov-i-otvalov-na-karerah-.html>.
12. Маркшейдерское обеспечение устойчивости бортов карьеров, отвалов: Методические указания к самостоятельной работе для студентов специальности 21.05.04 «Горное дело», специализации «Маркшейдерское дело / Санкт-Петербургский горный университет. Сост.: В.А. Киселев. СПб, 2018., 8 с. Режим доступа: <http://ior.spmi.ru/>
13. Булычёв Н.С. Механика подземных сооружений. М., Недра, 1994. – 382 с.
Режим доступа: <http://www.geokniga.org/books/18727>
14. Фадеев А.Б. Метод конечных элементов в геомеханике. М.: Недра, 1987.
Режим доступа: <http://www.geokniga.org/books/16260>
15. Черников А.К. Теоретические основы геомеханики: Учебное пособие. СПб, СПГУПС, 1994.
Режим доступа: <https://search.rsl.ru/ru/record/01001695202>
16. Кузнецов Г.Н., Ардашев К.А., Филатов Н.А. Методы и средства решения задач горной геомеханики. М.: Недра, 1987.
Режим доступа: <https://search.rsl.ru/ru/record/01001369332>
17. Лехницкий С.Г. Теория упругости анизотропных тел. М.: Наука, 1977.
Режим доступа: <https://search.rsl.ru/ru/record/01007723452>
18. Фисенко Г.Л. Предельные состояния горных пород вокруг выработок. М., Недра, 1976.
Режим доступа: <http://www.geokniga.org/books/3015>
19. Батугин С.А. Анизотропия массива горных пород. Новосибирск. Наука, 1988.

20. Ержанов Ж.С., Сачинов А.С., Гуменюк Г.Н., Векслер Ю.А., Нестеров Г.А. Ползучесть осадочных горных пород. Теория и эксперимент. Изд. Наука, Алма-Ата, 1970.

7.1.3. Учебно-методическое обеспечение

1. Определение безопасной глубины разработки под водными объектами: Методические указания к лабораторным работам / Национальный минерально-сырьевой университет «Горный». Сост. В.Н. Гусев. СПб, 2016. 21 с.

Режим доступа: <http://ior.spmi.ru/>

2. МАРКШЕЙДЕРСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ВЕДЕНИИ ГОРНЫХ РАБОТ. Построение границ опасных зон по прорывам воды в пластах с затопленными выработками: Методические указания к лабораторным работам / Санкт-Петербургский горный университет. Сост. В.Н. Гусев. СПб, 2016. 16 с.

Режим доступа: <http://ior.spmi.ru/>

3. Маркшейдерское обеспечение устойчивости бортов карьеров, отвалов: Методические указания для лабораторных работ [Электронный ресурс] / Санкт-Петербургский Горный Университет. Сост.: В.А. Киселев. СПб, 2018. 48 с.

Режим доступа: <http://old.spmi.ru/system/files/lib/uch/metodichki/2018-183.pdf>;

4. Методы математической статистики в маркшейдерском обеспечении: Методические указания к самостоятельной работе для студентов специальности 21.05.04 «Горное дело», специализации «Маркшейдерское дело / Санкт-Петербургский горный университет. Сост.: В.А. Киселев. СПб, 2018., 8 с.

Режим доступа: <http://ior.spmi.ru/>

5. Методы математического моделирования геомеханических процессов. Методические указания к самостоятельной работе для студентов специальности 21.05.04 «Горное дело», специализации «Маркшейдерское дело / Санкт-Петербургский горный университет. Сост.: Е.М.Волохов СПб, 2018., 20 с.

Режим доступа: <http://ior.spmi.ru/>

6. Методы математического моделирования геомеханических процессов. Методические указания к лабораторным работам для студентов специальности 21.05.04 «Горное дело», специализации «Маркшейдерское дело / Санкт-Петербургский горный университет. Сост.: Е.М.Волохов СПб, 2018., 24 с.

Режим доступа: <http://ior.spmi.ru/>

7. Математическое моделирование геомеханических процессов. Оценка напряженно-деформированного состояния горных пород с использованием программного комплекса «PLAXIS 3D»: Методические указания к практическим занятиям / Санкт-Петербургский горный университет. Сост.: Е.М.Волохов, С.Ю.Новоженин. СПб., 2021. 53 с.

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. Мировая цифровая библиотека: <http://wdl.org/ru>

3. Научная электронная библиотека «Scopus» <https://www.scopus.com>

4. Научная электронная библиотека ScienceDirect: <http://www.sciencedirect.com>

5. Научная электронная библиотека «eLIBRARY»: <https://elibrary.ru/>

6. Поисковые системы Yandex, Google, Rambler, Yahoo и др.

7. Система ГАРАНТ: электронный периодический справочник [Электронный ресурс] www.garant.ru/.

8. Электронная библиотека Российской Государственной Библиотеки (РГБ): <http://www.rsl.ru/>

9. Электронная библиотека учебников: <http://studentam.net>

10. Электронно-библиотечная система издательского центра «Лань» <https://e.lanbook.com/books>.

11. Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ» www.biblio-online.ru.

12. Электронная библиотечная система «Национальный цифровой ресурс «Руконт»».
<http://rucont.ru/>
13. Электронно-библиотечная система <http://www.sciteclibrary.ru/>

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Материально-техническое оснащение аудиторий:

Аудитории для проведения лекционных занятий.

Учебная аудитория для проведения лекционных занятий оборудована мультимедийной системой (доска, проектор и звуковая аппаратура), магнитно-маркерной доской с эмалевым покрытием, столами и стульями для обучающихся и преподавателя.

Оснащенность аудитории: 50 посадочных мест, доска аудиторная – 2 шт., комплект мультимедийный – 1 шт., стол двухместный – 25 шт. Стулья – 50 шт.

Аудитории для проведения практических занятий.

Аудитория для проведения практических занятий оборудована компьютерами, магнитно-маркерной доской с эмалевым покрытием, столами и стульями для обучающихся и преподавателя.

Компьютерный класс на 16 обучающихся. Оборудован моноблоками Dell OptiPlex 7470 – 17 шт., МФУ Xerox Versal Link C405DN – 1 шт., Стол аудиторный Canvaro ASSMANN – 9 шт., Компьютерное кресло оранжевое 7873 A2S – 17 шт., доска белая Magnetoplan C 2000x1000 мм – 1 шт., огнетушитель ОП-4 – 1 шт.

8.2. Помещения для самостоятельной работы:

1. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 13 посадочных мест. Стул – 25 шт., стол – 2 шт., стол компьютерный – 13 шт., шкаф – 2 шт., доска аудиторная маркерная – 1 шт., АРМ учебное ПК (монитор + системный блок) – 14 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional:ГК № 1464-12/10 от 15.12.10 «На поставку компьютерного оборудования» ГК № 959-09/10 от 22.09.10 «На поставку компьютерной техники». ГК № 447-06/11 от 06.06.11 «На поставку оборудования». ГК № 984-12/11 от 14.12.11 «На поставку оборудования» Договор № 1105-12/11 от 28.12.2011 «На поставку компьютерного оборудования». Договор № 1106-12/11 от 28.12.2011 «На поставку компьютерного оборудования». ГК № 671-08/12 от 20.08.2012 «На поставку продукции», Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012, Microsoft Open License 48358058 от 11.04.2011, Microsoft Open License 49487710 от 20.12.2011, Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011.

Microsoft Office 2010 Standard: Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012, Microsoft Open License 60853086 от 31.08.2012. Kaspersky antivirus 6.0.4.142.

2. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 17 посадочных мест. Доска для письма маркером – 1 шт., рабочие места студентов, оборудованные ПК с доступом в сеть университета – 17 шт., мультимедийный проектор – 1 шт., АРМ преподавателя для работы с мультимедиа – 1 шт. (системный блок, мониторы – 2 шт.), стол – 18 шт., стул – 18 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Операционная система Microsoft Windows XP Professional ГК №797-09/09 от 14.09.09 «На поставку компьютерного оборудования».

Операционная система Microsoft Windows 7 Professional Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011.

Microsoft Office 2007 Standard Microsoft Open License 42620959 от 20.08.2007.

3. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 16 посадочных мест. Стол компьютерный для студентов (тип 4) - 3 шт., стол компьютерный для студентов (тип 6) – 2 шт., стол компьютерный для студентов (тип 7) – 1 шт., кресло преподавателя (сетка, цвет черный) – 17 шт., доска напольная мобильная белая магнитно-маркерная «Magnetoplan» 1800мм×1200мм - 1 шт., моноблок Lenovo M93Z Intel Q87 – 17 шт., плакат – 5 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional: Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011.

Microsoft Office 2007 Professional Plus: Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010.

CorelDRAW Graphics Suite X5 Договор №559-06/10 от 15.06.2010 «На поставку программного обеспечения».

Autodesk product: Building Design Suite Ultimate 2016, product Key: 766H1

Cisco Packet Tracer 7.1 (свободно распространяемое ПО), Quantum GIS (свободно распространяемое ПО), Python (свободно распространяемое ПО), R (свободно распространяемое ПО), Rstudio (свободно распространяемое ПО), SMath Studio (свободно распространяемое ПО), GNU Octave (свободно распространяемое ПО), Scilab (свободно распространяемое ПО)

8.3. Помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования:

1. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 4 шт., сетевой накопитель – 1 шт., источник бесперебойного питания – 2 шт., телевизор плазменный Panasonic – 1 шт., точка Wi-Fi – 1 шт., паяльная станция – 2 шт., дрель – 5 шт., перфоратор – 3 шт., набор инструмента – 4 шт., тестер компьютерной сети – 3 шт., баллон со сжатым газом – 1 шт., паста теплопроводная – 1 шт., пылесос – 1 шт., радиостанция – 2 шт., стол – 4 шт., тумба на колесиках – 1 шт., подставка на колесиках – 1 шт., шкаф – 5 шт., кресло – 2 шт., лестница Alve – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft OpenLicense 60799400 от 20.08.2012). Microsoft Office 2010 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012). Антивирусное программное обеспечение KasperskyEndpointSecurity (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17)

2. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: стол – 5 шт., стул – 2 шт., кресло – 2 шт., шкаф – 2 шт., персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 2 шт., МФУ – 1 шт., тестер компьютерной сети – 1 шт., баллон со сжатым газом – 1 шт., шуруповерт – 1 шт. Перечень лицензионного

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

3. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: стол – 2 шт., стулья – 4 шт., кресло – 1 шт., шкаф – 2 шт., персональный компьютер – 1 шт. (доступ к сети «Интернет»), веб-камера Logitech HD C510 – 1 шт., колонки Logitech – 1 шт., тестер компьютерной сети – 1 шт., дрель – 1 шт., телефон – 1 шт., набор ручных инструментов – 1 шт. Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение MicrosoftOpenLicense 48358058 от 11.04.2011). Microsoft Office 2007 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010)

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17)

8.4. Лицензионное программное обеспечение:

Microsoft Windows 10, Microsoft Office 2007, антивирусное программное обеспечение Kaspersky (Договор № 0372100009416000119 от 13.09.2016 года). Credo DAT, ГИС ГЕОМИКС, nanoCAD, SNAP, Plaxis 3D, ENVI 4.5 for Win (система обработки данных), Geographic Calculator, Lab VIEW Professional (лицензия), MapEdit Professional, Microsoft Office Standard 2019 Russian, Microsoft Windows 10 Professional, Statistika for Windows v.6 Russian (лицензия), Vertikal Mapper 3.5, ГИС MAP Info Pro 2019, ПО тематической обработки изображений ScanEx Image Processor 5.3, ГИС Micromine, Execute Autodesk ReCap Application.