

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
ИНСТИТУТ ГОРНОГО ДЕЛА
ИМ. Н.А. ЧИНАКАЛА
Сибирского отделения Российской академии наук
(ИГД СО РАН)

УТВЕРЖДАЮ

Врио директора ИГД СО РАН
академик РАН

_____ М.В. Курленя

« ____ » _____ 201__ г.

Рабочая программа дисциплины

Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика

Направление подготовки
21.06.01 Геология, разведка и разработка полезных ископаемых

Направленность (профиль)
Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и
горная теплофизика

Квалификация выпускника
Исследователь. Преподаватель-исследователь

Форма обучения: очная

Новосибирск 2015

СОДЕРЖАНИЕ

1. Цель освоения дисциплины.....	3
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.....	3
3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.....	3
4. Объем дисциплины и виды учебной работы.....	4
5. Содержание дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий	5
6. Самостоятельная работа обучающихся	6
7. Формы проведения занятий	8
8. Фонд оценочных средств	9
8.1. Паспорт фонда оценочных средств	9
8.2. Промежуточная аттестация (экзамен).....	11
8.3.Критерии оценивания:.....	15
8.4.Образец билета	16
9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.....	16
9.1 Основная литература.....	16
9.2 Дополнительная литература	17
9.3 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины	19
10. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, в т.ч. программное обеспечение	19
11. Материально-техническое обеспечение дисциплины	20

1. Цель освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины является формирование у аспирантов углубленных профессиональных знаний о геомеханических процессах, аэрогазодинамических процессах, процессах горной теплофизики, протекающих в массивах горных пород при разработке полезных ископаемых.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина отнесена к обязательным дисциплинам вариативной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре Б1.В.ОД.6.

Для освоения данной дисциплины обучаемый должен:

знать: основные математические методы решения краевых задач;

уметь: строить математические модели физических процессов, происходящих при разработке полезных ископаемых;

владеть: навыками применения закономерностей изменения физических процессов, происходящих в разрабатываемых массивах горных пород.

Дисциплина изучается на 3 году обучения (курсе).

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения образовательной программы аспирантуры обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Код компетенции	Результаты освоения образовательной программы. Содержание компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ПК-1	способность к разработке теорий, способов, математических моделей и средств управления состоянием и поведением массивов горных пород и грунтов	Знать: методы решения краевых задач геомеханики, разрушения горных пород, рудничной аэрогазодинамики и горной теплофизики Уметь: моделировать на ЭВМ геомеханические процессы при разработке месторождений полезных ископаемых; проводить лабораторное моделирование геомеханических, аэрогазодинамических процессов, процессов горной теплофизики Владеть: навыками применения закономерностей изменения геомеханических процессов, происходящих в разрабатываемых массивах горных пород и напряженно – деформированном состоянии вокруг горных выработок, аэрогазодинамических процессов, процессов горной теплофизики в процессе отработок полезных ископаемых.
ПК-2	способность изучать напряженно-деформированное состояние и процессы разрушения горных пород методами математического моделирования и лабораторного эксперимента	Знать: методы решения краевых задач геомеханики, разрушения горных пород, рудничной аэрогазодинамики и горной теплофизики Уметь: моделировать на ЭВМ геомеханические процессы при разработке месторождений полезных ископаемых; проводить

		<p>лабораторное моделирование геомеханических, аэрогазодинамических процессов, процессов горной теплофизики</p> <p>Владеть: навыками применения закономерностей изменения геомеханических процессов, происходящих в разрабатываемых массивах горных пород и напряженно – деформированном состоянии вокруг горных выработок, аэрогазодинамических процессов, процессов горной теплофизики в процессе отработок полезных ископаемых.</p>
ПК-3	<p>способность определять напряженно-деформированное состояние массивов горных пород и грунтов и его изменение во времени</p>	<p>Знать: методы решения краевых задач геомеханики, разрушения горных пород, рудничной аэрогазодинамики и горной теплофизики</p> <p>Уметь: моделировать на ЭВМ геомеханические процессы при разработке месторождений полезных ископаемых; проводить лабораторное моделирование геомеханических, аэрогазодинамических процессов, процессов горной теплофизики</p> <p>Владеть: навыками применения закономерностей изменения геомеханических процессов, происходящих в разрабатываемых массивах горных пород и напряженно – деформированном состоянии вокруг горных выработок, аэрогазодинамических процессов, процессов горной теплофизики в процессе отработок полезных ископаемых.</p>

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Объем дисциплины - 3 зачетных единицы (ЗЕ) или 108 академических часов.

Вид учебной работы	Всего часов
Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) (всего)	36
Аудиторные занятия (всего)	36
в том числе:	-
лекции (Л)	36
практические занятия (ПЗ), семинары (С)	
лабораторные работы (ЛР)	
практикумы (ПР)	
Внеаудиторная работа (всего)	
в том числе:	
индивидуальная работа обучающихся с преподавателем	
консультации	

Вид учебной работы		Всего часов
Самостоятельная работа обучающихся (СР) (всего)		72
в том числе: реферат		
Вид промежуточной аттестации зачет (З), экзамен (Э)		экзамен
Общая трудоемкость	часов	108
	зачётных единиц	3

5. Содержание дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий

Содержание раздела		
№ п/п	Наименование темы	Объем, час
1	2	3
1	Связь петрографических и прочностных характеристик горных пород. Классификация типов и режимов разрушения твердых тел. Особенности деформирования горных пород. Эффект дилатансии, угол внутреннего трения. Теоретическая прочность идеального кристалла. Классические теории прочности (наибольших нормальных напряжений, наибольших линейных деформаций, наибольших касательных напряжений, максимальной удельной энергии формоизменения и др.).	2
2	Критерии прочности для материалов, неодинаково сопротивляющихся растяжению и сжатию (Навье – Кулона, Мора, Баландина, Шлейхера – Надаи и др.).	2
3	Критерии длительной прочности. Принцип линейного суммирования повреждений Робинсона и С.Н. Журкова. Кинетическая теория прочности С.Н. Журкова.	2
4	Определение термокинетических параметров горных пород на основе накопления микротрещин в процессе нагружения. Критерий длительной прочности Качанова.	2
5	Линейная механика разрушения А. Гриффитса. Условие хрупкого разрушения и распространения трещин по Гриффитсу. Напряженно – деформированное состояние в вершине трещин. Коэффициенты интенсивности напряжений.	2
6	Методы и средства исследований напряженно-деформированного состояния массива горных пород. Маркшейдерские прямые и косвенные методы.	2
7	Способы, техника и технология взрывного, механического, термического, электротермического разрушения, разрушение горных пород электрофизическими способами, гидравлическое разрушение горных пород тонкими струями высокого давления, разрушение горных пород и твердых материалов гидроабразивными струями	2
8	Напряженно – деформированное состояние (НДС) массивов вокруг горных выработок и целиков. Полные диаграммы деформирования и разрушения при одноосном нагружении. Особенности деформирования при объемном нагружении горных пород. Зональная дезинтеграция горных пород.	2

9	Структурные особенности массивов. Трещиноватость и слоистость. Анизотропия. Естественное напряженное состояние горных пород. Блочные модели геосред.	2
10	Особенности деформирования и разрушения горных пород вблизи выработок. НДС массива вблизи выработок. Классификация выработок по устойчивости. Способы управления механическим состоянием массива.	2
11	Закономерности деформирования и разрушения горных пород при ведении очистных и подготовительных работ. Деформирование и разрушение основной и непосредственной кровли. Определение нагрузки на призабойную крепь.	2
12	Деформирование и разрушение целиков. Коэффициент запаса прочности целиков.	2
13	Сдвигение массивов под влиянием горных работ. Закономерности формирования опорного давления. Деформирование и разрушение горных пород при подработке.	2
14	Сдвигение породных массивов под влиянием одиночной выработки и при воздействии нескольких очистных выработок. Прогноз сдвига пород и мероприятия по охране объектов и сооружений в зоне влияния горных работ при их подработке. Проектирование предохранительных целиков. Другие меры защиты сооружений.	2
15	Динамические проявления геодинамических процессов в массивах. Волны маятникового типа.	2
16	Прогноз горных ударов и внезапных выбросов.	2
17	Рудничная атмосфера: физические и химические свойства газов. Основные закон аэростатики и аэродинамики применительно к рудничной атмосфере. Газоносность угольных пластов, горных пород, горных выработок и шахт. Управление газовой выделением, способы дегазации и их эффективность. Диффузия газов в горных шахтных вентиляционных потоках, уравнение конвективной диффузии, коэффициент турбулентной диффузии	2
18	Термодинамические системы. Термодинамические процессы, энтальпия и энтропия термодинамических процессов. Уравнение первого закона термодинамики для потока, пограничный слой и механизм конвективного теплообмена, определение термодинамических параметров теплоносителей. Теплообмен в горных выработках, методы нормализации температурного режима рудничного воздуха. Промерзание и оттаивание связных пород на открытых разработках, уравнение колебаний температуры внешней среды, расчет глубины промерзания.	2
	Итого	36

6. Самостоятельная работа обучающихся

Аспиранты могут выполнять необходимую при изучении дисциплины самостоятельную работу в читальных залах ГПНТБ СО РАН, в читальном зале библиотеки ИГД СО РАН, в учебных кабинетах, на рабочих местах и на дополнительно оборудованных стационарных местах с выходом в Интернет, а также в домашних условиях.

№ п/п	Наименование вида самостоятельной работы	Трудоемкость	
		часы	ЗЕТ
1	2	3	4

1	<p>Домашнее задание – изучение теории: -понятие о сейсмических волнах, их параметрах. Воздействие сейсмических сигналов на строящиеся и эксплуатируемые подземные сооружения. Принципы и приемы геомеханического воздействия на массив для повышения интенсивности и продолжительности нефте- газоотдачи скважин. - механизм и расчет параметров разрушения каждым из указанных способов;</p>	5	0,139
	<p>Домашнее задание – изучение теории: -методы исследований геомеханических процессов в лабораторных и натуральных условиях; -предметное и аналоговое моделирование; - критерии подобия; - методы: эквивалентных материалов, фотоупругости, скважинные геофизические методы.</p>	5	0,139
2	<p>Домашнее задание – изучение теории: Расчет эффективности взрывной отбойки породного массива скважинными зарядами. Оптимизация расположения сетки скважин при взрывной отбойке массива горных пород.</p>	6	0,167
3	<p>Домашнее задание – изучение теории: - термическое разрушение горных пород, разрушение плавлением и хрупкое термическое разрушение; - термическое бурение шпуров и скважин (техника, технологии, режимы и параметры, область применения); - подземная газификация твердого топлива (частичная и полная газификация угля, механизм газификации);</p>	10	0,278
4	<p>Домашнее задание – изучение теории: – изучение диаграмм нагружения горных пород при одноосном и всестороннем нагружении; – изучение влияния структурных особенностей горных пород (трещиноватости, слоистости и т.п.) на НДС массива горных пород.</p>	8	0,222
	<p>Домашнее задание – изучение теории: – расчет главных напряжений в массиве при заданном тензоре напряжений; – определение деформационных и прочностных свойств горных пород.</p>	8	0,222
	<p>Расчетные работы: – Расчет нагрузки на призабойную крепь при ведении очистных работ; – Проведение разгрузочных щелей в массивах горных пород как метод борьбы с горными ударами и динамическими осадками тяжелых кровель; – Опережающая подработка удароопасных пластов как метод борьбы с горными ударами.</p>	10	0,278

5	<p>Домашнее задание – изучение теории:</p> <ul style="list-style-type: none"> – деформирование и разрушение целиков, сдвигание массива горных пород при подработке, связь сдвижения горных пород и газовыделения в горные выработки и на поверхность; - зона опорного давления в окрестности выработок, физическая природа концентрации напряжений в зонах опорного давления и характер распределения напряжений в зависимости и природных и производственных факторов; 	8	0,222
	<p>Домашнее задание - изучение теории:</p> <ul style="list-style-type: none"> – расчет НДС массива, разгруженного щелью; – расчет напряжений и смещений массива вокруг одиночной выработки круглого сечения; - крепи горных выработок и их роль в управлении напряженно-деформированным состоянии массива горных пород; - оценка устойчивости породных откосов и бортов карьеров, основные факторы, определяющие их устойчивость. 	8	0,222
ИТОГО:		72	2

Для обеспечения самостоятельной работы аспиранта наиболее рациональным ресурсом является сеть интернет, поскольку на сайтах постоянно идет обновление информации, и пользователь (аспирант) может получить актуальную информацию по интересующему его вопросу.

Выявление информационных ресурсов в научных библиотеках и сети Internet аспирантам рекомендуется вести по следующим направлениям:

- библиография по проблемам геомеханики, разрушения горных пород, рудничной аэрогазодинамики и горной теплофизики;
- публикации (в том числе электронные) по проблемам геомеханики, разрушения горных пород, рудничной аэрогазодинамики и горной теплофизики;
- научно-исследовательская литература по проблемам геомеханики, разрушения горных пород, рудничной аэрогазодинамики и горной теплофизики;

Самостоятельная работа выполняется аспирантами по заданию преподавателя индивидуально. Аспиранты имеют возможность получать консультации у преподавателя. Целью самостоятельной работы аспирантов является самостоятельное выполнение практической работы, систематизация и закрепление полученных знаний и практических умений, углубление и расширение знаний, приобретение навыков самостоятельной работы с литературой, развитие способностей к самосовершенствованию.

Самостоятельная работа подкрепляется учебно-методическим и информационным обеспечением, включающим основную и дополнительную учебную и научную литературу, программное обеспечение, Интернет-ресурсы, перечень которых приведен в разделе 9 программы, а также конспекты лекций.

7 Формы проведения занятий

В учебном процессе используются как активные, так и интерактивные формы проведения занятий: дискуссия, метод поиска быстрых решений в группе, мозговой штурм.

Аудиторные занятия проводятся в интерактивной форме с использованием мультимедийного обеспечения (компьютер, проектор) и технологии проблемного обучения. Презентации позволяют качественно иллюстрировать практические занятия схемами, формулами, черте-

жами, рисунками. Кроме того, презентации позволяют четко структурировать материал занятия. Электронная презентация позволяет отобразить процессы в динамике, что позволяет улучшить восприятие материала.

Основные аспекты применяемой технологии проблемного обучения: постановка проблемных задач отвечает целям освоения дисциплины «Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика» и формирует необходимые компетенции; решаемые проблемные задачи стимулируют познавательную деятельность и научно-исследовательскую активность аспирантов.

8 Фонд оценочных средств

8.1. Паспорт фонда оценочных средств

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины (результаты по разделам)	Код контролируемой компетенции (или её части)	Наименование оценочного средства
1	2	3	4
1	Связь петрографических и прочностных характеристик горных пород. Классификация типов и режимов разрушения твердых тел. Особенности деформирования горных пород. Эффект дилатансии, угол внутреннего трения. Теоретическая прочность идеального кристалла. Классические теории прочности (наибольших нормальных напряжений, наибольших линейных деформаций, наибольших касательных напряжений, максимальной удельной энергии формоизменения и др.).	ПК-1, ПК-2, ПК-3.	Собеседование, устный опрос
2	Критерии прочности для материалов, неодинаково сопротивляющихся растяжению и сжатию (Навье – Кулона, Мора, Баландина, Шлейхера – Надаи и др.).	ПК-1, ПК-2, ПК-3.	Собеседование, устный опрос
3	Критерии длительной прочности. Принцип линейного суммирования повреждений Робинсона и С.Н. Журкова. Кинетическая теория прочности С.Н. Журкова.	ПК-1, ПК-2, ПК-3.	Собеседование, устный опрос
4	Определение термокинетических параметров горных пород на основе накопления микротрещин в процессе нагружения. Критерий длительной прочности Качанова.	ПК-1, ПК-2, ПК-3.	Собеседование, устный опрос
5	Линейная механика разрушения А. Гриффитса. Условие хрупкого разрушения и распространения трещин по Гриффитсу. Напряженно – деформированное состояние в вершине трещин. Коэффициенты интенсивности напряжений.	ПК-1, ПК-2, ПК-3.	Собеседование, устный опрос
6	Методы и средства исследований напряженно-деформированного состояния массива горных пород. Маркшейдерские прямые и косвенные методы.	ПК-1, ПК-2, ПК-3.	Собеседование, устный опрос
7	Способы, техника и технология взрывного, механического, термического, электротермического разрушения, разрушение горных пород электрофизическими способами, гидравлическое разрушение горных пород тонкими струями высокого давления, разрушение горных пород и твердых материалов гидроабразивными струями	ПК-1, ПК-2, ПК-3.	Собеседование, устный опрос
8	Напряженно – деформированное состояние (НДС) массивов вокруг горных выработок и целиков. Полные диаграммы деформирования и разрушения при одноосном нагружении. Особенности деформирования при объемном	ПК-1, ПК-2, ПК-3.	Собеседование, устный опрос

	нагрузении горных пород. Зональная дезинтеграция горных пород.		
9	Структурные особенности массивов. Трещиноватость и слоистость. Анизотропия. Естественное напряженное состояние горных пород. Блочные модели геосред.	ПК-1, ПК-2, ПК-3.	Собеседование, устный опрос
10	Особенности деформирования и разрушения горных пород вблизи выработок. НДС массива вблизи выработок. Классификация выработок по устойчивости. Способы управления механическим состоянием массива.	ПК-1, ПК-2, ПК-3.	Собеседование, устный опрос
11	Закономерности деформирования и разрушения горных пород при ведении очистных и подготовительных работ. Деформирование и разрушение основной и непосредственной кровли. Определение нагрузки на призабойную крепь.	ПК-1, ПК-2, ПК-3.	Собеседование, устный опрос
12	Деформирование и разрушение целиков. Коэффициент запаса прочности целиков.	ПК-1, ПК-2, ПК-3.	Собеседование, устный опрос
13	Сдвигение массивов под влиянием горных работ. Закономерности формирования опорного давления. Деформирование и разрушение горных пород при подработке.	ПК-1, ПК-2, ПК-3.	Собеседование, устный опрос
14	Сдвигение породных массивов под влиянием одиночной выработки и при воздействии нескольких очистных выработок. Прогноз сдвижения пород и мероприятия по охране объектов и сооружений в зоне влияния горных работ при их подработке. Проектирование предохранительных целиков. Другие меры защиты сооружений.	ПК-1, ПК-2, ПК-3.	Собеседование, устный опрос
15	Динамические проявления геодинамических процессов в массивах. Волны маятникового типа.	ПК-1, ПК-2, ПК-3.	Собеседование, устный опрос
16	Прогноз горных ударов и внезапных выбросов.	ПК-1, ПК-2, ПК-3.	Собеседование, устный опрос
17	Рудничная атмосфера: физические и химические свойства газов. Основные закон аэростатики и аэродинамики применительно к рудничной атмосфере. Газоносность угольных пластов, горных пород, горных выработок и шахт. Управление газовыделением, способы дегазации и их эффективность. Диффузия газов в горных шахтных вентиляционных потоках, уравнение конвективной диффузии, коэффициент турбулентной диффузии	ПК-1, ПК-2, ПК-3.	Собеседование, устный опрос
18	Термодинамические системы. Термодинамические процессы, энтальпия и энтропия термодинамических процессов. Уравнение первого закона термодинамики для потока, пограничный слой и механизм конвективного теплообмена, определение термодинамических параметров теплоносителей. Теплообмен в горных выработках, методы нормализации температурного режима рудничного воздуха. Промерзание и оттаивание связных пород на открытых разработках, уравнение колебаний температуры внешней среды, расчет глубины промерзания.	ПК-1, ПК-2, ПК-3.	Собеседование, устный опрос

8.2. Промежуточная аттестация (экзамен).

Вопросы для подготовки к экзамену:

Геомеханика

Основные представления о геомеханике как науке о механических явлениях и процессах в земной коре, вызываемых воздействием горных работ, и ее объекте – массиве горных пород, являющемся частью земной коры.

Понятие о массивах горных пород, их физических состояниях и важнейших физико-механических свойствах, а также о причинах различия свойств массива и образцов горных пород. Масштабный эффект и масштабные уровни. Геологическое и тектоническое строение массивов горных пород. Классификация массивов по прочности, слоистости, трещиноватости и склонности к разрушению. Методы изучения и прогнозирования состава, строения, состояния и свойств горных массивов.

Деформируемость, прочность и разрушение горных пород и массивов. Механические модели пород: упругие, жесткопластические, упругопластические, реологические. Теории прочности и критерии разрушения пород. Полные диаграммы прочности. Деформационные, прочностные и реологические характеристики горных пород, их физический смысл и размерность. Паспорт прочности горных пород, методы и технические средства его построения. Методы и средства испытаний пород в лабораторных и натуральных условиях.

Начальные гравитационные и тектонические поля напряжений в массивах горных пород, их связь с геодинамическим полем напряжений. Характер напряженно – деформированного состояния массива при таких полях, оценка компонентов тензора напряжений в его заданных точках. Геомеханические процессы, происходящие в геологической среде под влиянием горных работ и управление ими при подземных и открытых работах, а также подземном и гражданском строительстве. Методы и средства исследований напряженно-деформированного состояния массива горных пород. Маркшейдерские прямые и косвенные методы.

Особенности деформирования и разрушения горных пород и массивов в условиях трехмерного напряженно-деформированного состояния, включая область запредельного деформирования. Процессы разупрочнения и предразрушения горных пород при добыче полезных ископаемых. Управление тяжелыми кровлями угольных месторождений. Особенности деформирования и разрушения породных массивов вблизи забоя, устья и сопряжений выработок. Деформирование и разрушение кровли, почвы и породных целиков очистных выработок. Зоны опорного давления в окрестности выработок. Физическая природа концентрации напряжений в зонах опорного давления и характер распределения напряжений в зависимости от ряда определяющих природных и производственных факторов.

Сдвигание породных массивов под влиянием подземных и открытых горных работ. Связь сдвигания горных пород и газовыделения в горные выработки и на поверхность. Определение параметров сдвигания породных массивов и земной поверхности. Защита зданий, сооружений и природных объектов от вредного влияния подземных разработок.

Динамические проявления геомеханических процессов в виде горных ударов и внезапных выбросов; их прогноз и предупреждение. Основные признаки удароопасности пород. Механизм внезапных выбросов. Геодинамическое районирование. Раскройка шахтных полей в условиях блочного строения массива, рациональное расположение выработок в активных геодинамических зонах. Методы и средства (включая геофизические) изучения и контроля геомеханических процессов в массиве.

Устойчивость горных выработок и подземных сооружений. Взаимодействие массива горных пород с инженерными конструкциями подземных сооружений. Основные положения механики подземных сооружений. Крепи горных выработок и их роль в управлении напряженно-деформированным состоянием массива. Капитальные, подготовительные и очистные выработки. Требования к выбору типа и параметров крепи. Геомониторинг при строительстве подземных сооружений. Обработка и интерпретация результатов измерений. Обратный анализ.

Оценка устойчивости породных откосов и бортов карьеров. Основные факторы, определяющие их устойчивость. Горнотехнические и специальные способы управления состоянием бортов карьеров.

Понятие о сейсмических волнах, их параметры и воздействие сейсмических сигналов на строящиеся и эксплуатируемые подземные сооружения. Принципы и приемы геомеханического воздействия на массив для повышения интенсивности и продолжительности нефте- и газоотдачи скважин. Методы контроля. Связь между геомеханическими и геодинамическими процессами.

Методы исследований геомеханических процессов в лабораторных и натуральных условиях. Предметное и аналоговое моделирование. Критерии подобия. Методы: эквивалентных материалов, фотоупругости, центробежного моделирования.

Снижение напора подземных вод в водоносных породах и их осушение. Влияние подземных вод на устойчивость горных выработок и откосов горных пород. Горно-строительный дренаж. Осадка толщ горных пород в результате глубокого водопонижения.

Разрушение горных пород

Разрушение горных пород взрывом. Особенности применения взрыва при открытом и подземном способе разработки месторождения. Классификация взрывчатых веществ (ВВ), средств взрывания и области их эффективного применения. Влияние структуры и диаметра заряда на параметры детонации. Методы определения работоспособности и расчета детонационных параметров ВВ. Бризантные и фугасные свойства непродохранительных и предохранительных ВВ. Объемная концентрация энергии заряда ВВ, способы и средства ее регулирования. Системы электрического и неэлектрического инициирования зарядов ВВ.

Современные представления о разрушении твердых сред при взрывных нагрузках, физические и механические модели разрушения горных пород взрывом. Основы моделирования действия взрыва в горных породах. Расчет параметров волн напряжений в осесимметричной постановке. Роль газообразных продуктов взрыва при разрушении горных пород. Распространение волн напряжений в трещиноватых средах и влияние соударений отдельностей на результативность взрыва. Методы анализа законов распределения кусковатости взорванной горной массы, определение размеров среднего куска и показателя равномерности дробления. Методы управления энергией взрыва при выполнении различных видов работы (выброс, перемещение, дробление) в условиях горного предприятия. Конструкция заряда и механизм воздействия ее на разрушаемый горный массив. Методы расчета параметров БВР при взрыве системы скважинных зарядов. Особенности действия взрыва зарядов ВВ в зажатой среде. Оценка результатов взрыва и основные технико-экономические критерии эффективности.

Закономерности формирования и распространения сейсмических волн и ударной воздушной волны при массовых взрывах. Основные экологические проблемы и методы их решения при ведении взрывных работ.

Разрушение пород при бурении шпуров и скважин и комбинированной проходке выработок. Способы бурения и расширения шпуров и скважин. Вращательное, ударно-вращательное, шарошечное, термическое, электротермическое, электрофизическое, гидравлическое, гидромеханическое и другие комбинированные способы бурения. Влияние основных физико-механических свойств горных пород на показатели бурения и расширения шпуров и скважин, энергоемкость разрушения. Интенсификация и оптимизация процессов бурения и расширения, техника и технология бурения и расширения шпуров и скважин.

Разрушение негабаритов: Способы, техника и технология взрывного, механического, термического, электротермического, электрофизического разрушения. Механизм разрушения и расчет параметров разрушения каждым из указанных способов.

Разрушение горных пород и углей при выемке полезного ископаемого комбайнами и стругами. Особенности процесса разрушения угля и горных пород инструментами (резцами и шарошками). Методы и способы экспериментальных исследований процесса разрушения комбайнами и стругами.

Свойства горных пород, влияющих на процессы механического разрушения углей и угольных пластов. Типизация угольных пластов по разрушаемости.

Физические особенности разрушения горных пород и углей резцовым инструментом, дисковыми и штыревыми шарошками, комбинированным инструментом. Схемы резания и выбор их оптимальных параметров.

Влияние параметров породоразрушающих инструментов, режима и схем разрушения на силовые и энергетические показатели процессов механического разрушения горных пород и углей.

Разрушение горных пород электрофизическими способами.

Электрическое поле в несовершенном диэлектрике. Диэлектрические характеристики горных пород. Система уравнений электромагнитного поля. Поведение пород в магнитном поле. Магнитная постоянная. Потери энергии в породе в переменном магнитном поле. Формирование полей термических напряжений. Физические процессы в породе при электрофизическом ее разрушении в высокочастотных электрических полях. Механизмы разрушения пород электромагнитной волной: термический и за счет фазовых переходов, содержащихся в породе влаги или минералов.

Технологические схемы разрушения пород электрофизическими способами: разрушение скальных отдельностей (характер разрушения, типы пород, энергоемкость); разрушение массива методом электрофизического отрыва; разрушение массива СВЧ волнами (типы пород, энергозатраты).

Гидравлическое разрушение горных пород тонкими струями воды высокого давления. Тонкие струи воды высокого давления их структура и гидродинамические параметры. Методы расчета динамических и структурных характеристик высокоскоростных струй воды. Разрушение угля одиночными тонкими струями. Взаимодействие струи и горного массива. Методы расчета параметров резания угля и горных пород тонкими струями воды высокого давления.

Разрушение угля одновременно несколькими взаимодействующими тонкими струями. Закономерности разрушения угля тонкими струями воды при помощи многоструйных погружных резаков.

Разрушение горных пород и твердых материалов гидроабразивными струями. Сущность способа. Факторы, определяющие эффективность процесса разрушения горных пород и других материалов гидроабразивными струями воды.

Гидромеханическое разрушение угля и горных пород. Сущность способа и основные положения гидромеханического способа разрушения угольного и породного массива применительно к использованию в очистных и проходческих комбайнах. Основные факторы, определяющих процесс гидромеханического разрушения и критерии оценки их эффективности. Закономерности гидромеханического разрушения угля и горных пород. Физические особенности процесса комбинированного разрушения угля и горных пород высокоскоростной струей воды и различными типами механического инструмента. Методы расчета рациональных параметров и режимов гидромеханического разрушения угля и горных пород.

Дробление горной массы: типы дробилок, область их применения, механизм разрушения, параметры дробления и его энергоемкость.

Измельчение горной массы: типы мельниц, условия их применения, механизмы измельчения, энергозатраты и способы их снижения, влияние различных факторов на параметры измельчения, управление режимами и параметрами измельчения в мельницах и их расчет.

Рудничная аэрогазодинамика

Рудничная газодинамика шахт и рудников. Рудничная атмосфера: физические и химические свойства газов. Понятие динамически активных и пассивных газов в рудничной атмосфере. Температурно-влажностный режим шахт (рудников) и факторы его определяющие.

Основные законы аэростатики и аэродинамики применительно к рудничной атмосфере. Газоносность угольных пластов, горных пород, горных выработок и шахт. Виды выделения метана в шахтах. Прогноз газовыделения в горные выработки. Управление газовыделением.

Способы дегазации и их эффективность. Тепловой баланс шахт и кондиционирование шахтного воздуха.

Шахтная пыль. Горючие и взрывчатые свойства угольной и сланцевой пыли. Особенности взрывов угольной пыли в шахтах.

Режимы движения воздуха в шахтах (рудниках). Природа турбулентности. Основные характеристики турбулентности в шахтных вентиляционных потоках. Фильтрационные течения. Критическое число Рейнольдса.

Природа аэродинамических сопротивлений элементов шахтной вентиляционной сети: сопротивление трения, местные и лобовые сопротивления. Закон сопротивления горных выработок, выработанных пространств.

Диффузия газов в горных шахтных вентиляционных потоках. Уравнение конвективной диффузии. Граничные условия в задачах переноса газообразных примесей шахтными вентиляционными потоками. Соотношение сил в фильтрационных потоках утечек. Коэффициент турбулентной диффузии.

Стратифицированные потоки. Слоевые скопления газов и механизм их формирования. Число Ричардсона.

Статика и динамика рудничных вентиляционных систем. Газодинамические процессы в шахтах (рудниках) и их характеристики. Переходные газодинамические процессы в шахтных вентиляционных системах. Основные закономерности аэрогазодинамики тупиковых выработок и камер, выемочных участков, выработанных пространств. Моделирование аэрогазодинамических процессов в шахтах. Критерии подобия при моделировании. Числа Архимеда, Нуссельта, Пекле, Прандтля, Стентона, Струхалея, Фруда, Шмидта, Эйлера.

Аэрология карьеров. Состав атмосферы карьеров и предъявляемые к нему требования. Вредные примеси атмосферного воздуха, их свойства, предельно допустимые концентрации. Источники загрязнения атмосферы карьеров пылью и газами, их виды. Источники ионизирующего излучения. Методы и средства контроля состояния атмосферы.

Микроклимат карьеров и его влияние на воздухообмен. Основные элементы микроклимата карьеров. Температурная стратификация атмосферы в карьерах. Возникновение воздушных потоков в результате неравномерного распределения тепла по бортам карьера.

Основы аэромеханики и газовой динамики. Физические свойства воздуха. Основные законы аэродинамики. Элементы теории пограничного слоя. Распространение газа, выделяемого точечным и линейным источниками. Основные характеристики газовых факелов. Распространение вредных газов и пыли при взрывных работах. Характеристики пылегазового облака.

Проветривание карьеров за счет энергии ветра. Конвективная схема проветривания (условия возникновения, схемы движения воздуха, скорость и режим движения воздуха, вынос вредностей из карьера). Инверсионная схема движения воздуха (условия возникновения, схемы движения воздуха, Скорость накопления вредностей в карьерном пространстве). Комбинированные схемы проветривания.

Интенсификация естественного воздухообмена. Способы и средства искусственной вентиляции. Способы и средства нормализации атмосферы карьеров. Создание комфортных условий в кабинах горных и транспортных машин. Пылеулавливание. Нейтрализация вредных газов. Снижение запыленности воздуха при массовых взрывах. Основы проектирования вентиляции карьеров.

Горная теплофизика

Основы термодинамики горных пород. Термодинамические системы. Термодинамические процессы. Энтальпия и энтропия термодинамических процессов. Термодинамическая вероятность. Фазовые переходы в горных породах. Тепловые эффекты химических реакций. Закон Гесса. Тепловые свойства твердых тел. Изменение свойств горных пород и минералов в зависимости от температуры.

Тепломассоперенос. Уравнение первого закона термодинамики для потока. Сопло Ловалея.

Температура адиабатного торможения потока. Основной закон теплопроводности. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Краевые условия. Критерии подобия в термодинамике. Виды теплоносителей и теплообмена. Пограничный слой и механизм конвективного теплообмена. Определение термодинамических параметров теплоносителей. Методы расчета параметров нагрева твердых тел.

Тепло земных недр. Термодинамические параметры земной коры. Источники тепла земных недр. Теплоперенос в недрах Земли. Использование тепла земных недр.

Теплообмен в горных выработках. Требования к тепловому режиму в подземных выработках. Каналы теплообмена человека. Источники тепла в горных выработках. Методы нормализации температурного режима рудничного воздуха.

Промерзание связных пород на открытых разработках. Уравнение колебаний температуры внешней среды. Расчет глубины промерзания. Расчет толщины и свойств теплоизоляционных покрытий с целью полного или частичного предотвращения промерзания пород. Технология получения теплоизоляционных покрытий.

Оттаивание связных пород на открытых разработках. Оттаивание прямым нагревом. СВЧ - методы оттаивания (механизм, техника, технология, область применения). Гидрооттаивание (механизм, параметры, техника и технология, область применения).

Замораживание пород при строительстве подземных сооружений. Тепломассоперенос в горных породах при замораживании. Термодиффузия влаги при замораживании пород. Расчет параметров замораживания пород вокруг одиночной скважины. Расчет параметров замораживания при формировании ледопородных ограждений.

Термическое разрушение горных пород. Разрушение плавлением. Хрупкое термическое разрушение (ХТР). Поле температур и напряжений при ХТР. Механизм и параметры ХТР. Термическое бурение шпуров и скважин, термическое расширение скважин (техника, технология, режимы и параметры, область применения).

Скважинные геотехнологии добычи полезных ископаемых на основе теплофизики. Подземная выплавка серы (условия применения, тепловой баланс, расчет параметров, техника и технология).

Подземная газификация твердого топлива (частичная и полная газификация угля, механизм газификации, канал газификации, его формирование и пространственно временные параметры, техника и технология подземной газификации угля).

Термические процессы при подготовке рудного сырья к металлургическому переделу. Обжиг окатышей и брикетов, агломерация руд (механизм спекания, восстановительные и окислительные процессы, расчет параметров нагрева с учетом фазовых переходов и тепловых эффектов, техника и технология).

Сушка горной массы. Поверхностная и полная сушка (тепловой баланс, тепло- и массообмен, техника и технология, область применения).

8.3. Критерии оценивания:

Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений.

Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач некоторые неточности.

Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, недостаточно правильные формулировки базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, но при этом он владеет основными разделами учебной программы, необходимыми для дальнейшего обучения и может применять полученные знания по образцу в стандартной ситуации.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, который не знает большей

части основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубые ошибки в формулировках основных понятий дисциплины и не умеет использовать полученные знания при решении типовых практических задач.

8.4. Образец билета

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
ИНСТИТУТ ГОРНОГО ДЕЛА
ИМ. Н.А. ЧИНАКАЛА
Сибирского отделения Российской академии наук
(ИГД СО РАН)
Билет №1

1. Основные представления о геомеханике как науке о механических явлениях и процессах в земной коре, вызываемых воздействием горных работ, и ее объекте – массиве горных пород, являющемся частью земной коры.
2. Особенности применения взрыва при открытом и подземном способе разработки месторождения. Классификация взрывчатых веществ (ВВ), средств взрывания и области их эффективного применения. Влияние структуры и диаметра заряда на параметры детонации. Методы определения работоспособности и расчета детонационных параметров ВВ.
3. Рудничная атмосфера: физические и химические свойства газов. Понятие динамически активных и пассивных газов в рудничной атмосфере. Температурно-влажностный режим шахт (рудников) и факторы его определяющие.
4. Термодинамические системы. Термодинамические процессы. Энтальпия и энтропия термодинамических процессов. Термодинамическая вероятность. Фазовые переходы в горных породах.

Разработал

Зам. директора д.ф.-м.н., проф.

Чанышев А.И.

Утвердил

Зам. директора д.ф.-м.н., проф.

Чанышев А.И.

9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Аспирантам ИГД СО РАН обеспечен полный доступ к обслуживанию в ГПНТБ СО РАН, в т.ч. библиотечное обслуживание, обслуживание по межбиблиотечному абонементу, справочно-библиографическое и информационное обслуживание.

Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины включает в себя основную и дополнительную учебную и научную литературу, ресурсы информационно-телекоммуникационной сети Интернет, конспекты лекций.

9.1 Основная литература

1. Applied Drilling Circulation Systems: Hydraulics, Calculations and Models Hardcover 2011 (1экз.)
2. International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences, 2010-2013 года (подписки с 1980 по 2013гг. по 1 экз.)
3. Materials of 22nd World Mining Congress & Expo, Istanbul, Turkish, 2011, Volume 1 (1 экз.)
4. Michael Coulson An Insider's Guide to the Mining Sector Harriman House, 2010 (1 экз.)

5. Александрова Н.И. Лекции по теме «Маятниковые волны». – Новосибирск: ИГД СО РАН, 2012. (10 экз.)
6. Баклашов И. В., Картозия Б.А. Механика подземных сооружений и конструкции крепей.-Учебник для Вузов, 3-е издание, М.: Студент, 2012(1 экз.)
7. Борщ-Компониец, В. И. Практическая механика горных пород. Учебное пособие. М.: Горная книга, 2013. (8экз.)
8. Деструкция земной коры и процессы самоорганизации в областях сильного техногенного воздействия / Под. ред. акад. РАН Мельникова Н.Н. - Новосибирск: СО РАН, 2012. – 625 с. Коллективная монография. (15 авторов из ИГД СО РАН) (5 экз.)
9. Кудряшов Е.А., Емельянов С.Г, Мирошниченко С.Ю., Титов В.С. Методы и системы цифровой обработки аэрокосмических изображений. - Новосибирск: Наука, 2012. – 175 с. (1 экз.)
10. Научный журнал «Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых» (подписка с 1965 по 2015 гг.).
11. Научный журнал «Фундаментальные и прикладные вопросы горных наук», Новосибирск, 2014г, №1, Т1,2. (2 экз)
12. Научный журнал «Фундаментальные и прикладные вопросы горных наук», Новосибирск, 2015г, №2. (2 экз)
13. Никольский А.М., Ордин А.А., Курилко А.С., Клишин В.И., Кулаков В.Н. Бесцеликовая технология подземной разработки россыпей залежей Якутии / Отв. ред. чл.-корр. РАН Опарин В.Н. – Новосибирск: СО РАН, 2014. – 420 с. (5 экз.)
14. Опарин В.Н., Юшкин В.Ф., Симонов Б.Ф., Назаров Л.А. и др. Геомеханические и технические основы увеличения нефтеотдачи пластов в виброволновых технологиях. - Новосибирск: Наука, 2010. - 404 с. (2 экз.)
15. Сборник трудов 2-ой Российско-Китайской научной конференция «Нелинейные геомеханико-геодинамические процессы при отработке месторождений полезных ископаемых на больших глубинах» 2–5 июля 2012 г., Новосибирск (2 экз.)
16. Сборник трудов Всероссийской конференции «Геодинамика и напряженное состояние недр земли» с участием иностранных ученых 03 — 06 октября 2011 г., г.Новосибирск (2экз.)
17. Сборник трудов всероссийской конференции «Фундаментальные проблемы формирования техногенной среды» (с участием иностранных ученых) 9 – 12 октября 2012 г., Новосибирск. (2экз.)
18. Сборник трудов научной конференции XX Всероссийская научная конференции «Геодинамика и напряженное состояние недр земли» с участием иностранных ученых 8 — 11 октября 2013 г., г. Новосибирск. (2 экз.)
19. Ческидов В.И., Кортелев О.Б., Маттис А.Р. и др. Пути повышения эффективности и экологической безопасности открытой добычи твердых полезных ископаемых. - Новосибирск: СО РАН, 2010. - 250 с. (5 экз.)

9.2 Дополнительная литература

1. A.F. Revuzhenko. Mechanics of Granular Media. — Hardcover: Approx, 2006. — 380 p(2 экз.)
2. Engineering and mining journal, научный журнал, 2010-2013 года.
3. Rock mechanics: new research / ed. by M.Abbie, J.S.Bedford. - New York: Nova Science Publishers, 2009.
4. Аквис М.А.Тензорное исчисление. / М.А. Аквис, В.В. Гольдберг - М.: Наука,1969. - 351 с. (1 экз.)
5. Еременко А.А., Еременко В.А., Гайдин А.П. Горно-геологические и геомеханические условия разработки железорудных месторождений в Алтае-Саянской складчатой области. – Новосибирск: Наука, 2009. – 400 с. (2 экз.)
6. Качанов, Л.М. Основы механики разрушения. / Л.М. Качанов - М: Наука, 1974.- 311с. (1 экз.)

7. Клишин В.И., Зворыгин Л.В., Лебедев А.В., Савченко А.В. Проблемы безопасности и новые технологии подземной разработки угольных месторождений. – Российская академия наук, Сибирское отделение, Институт горного дела. – Новосибирск: Изд. дом «Новосибирский писатель», 2011. – 524 с. (2 экз.)
8. Клишин В.И., Фокин Ю.С., Кокоулин Д.И., Кубанычбек у. Б. Разработка мощных пластов механизированными крепями с регулируемым выпуском угля. — Новосибирск: Наука, Сибирская издательская фирма РАН, 2006. — 159 с. (3 экз.)
9. Кортелев О.Б., Ческидов В.И., Молотилов С.Г., Норри В.К. Открытая разработка угольных пластов с перемещением горной массы экскаваторами-драглайнами. - Новосибирск, 2010. - 220 с. (2 экз.)
10. Кортелев О.Б., Ческидов В.И., Молотилов С.Г., Норри В.К. Внешнее отвалообразование на карьерах. – Новосибирск: РИЦ «Золотые слова», 2009. – 158 с. (2 экз.)
11. Липин А.А., Смоляницкий Б.Н., Тимонин В.В., Петреев А.М., Стажевский С.Б., Крамаджян А.А., Русин Е.П., Хан Г.Н., Репин А.А., Алексеев С.Е., Дружинин М.М., Городилов Л.В., Кудрявцев В.Г., Пашина О.А., Маттис А.Р., Ческидов В.И., Молотилов С.Г., Норри В.К., Лабутин В.К., Зайцева А.А., Зайцев Г.Д. и др. (всего более 50 авторов). Комплексное освоение недр: Перспективы расширения минерально-сырьевой базы России» / Под ред. акад. РАН К.Н. Трубецкого, акад. РАН В.А. Чантурия, чл.-корр. РАН Д.Р. Каплунова. – М., 2009. – 456 с. (2 экз.)
12. Маттис А.Р., Ческидов В.И., Лабутин В.Н., Зайцев Г.Д., Шер Е.Н., Мартынюк П.А., Башев Г.В., Зайцева А.А., Городилов Л.В., Кудрявцев В.Г. и др. (всего 16 авторов). Безвзрывные технологии открытой добычи твердых полезных ископаемых / Под ред. Опарина В.Н. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2007. – 337 с. (5 экз.)
13. Миренков В.Е. Математическое моделирование деформирования горных пород около ослаблений / В.Е. Миренков, В.А. Шутов. – Новосибирск: Наука, 2009. – 449 с. (2 экз.)
14. Мухелишвили, Н. И. Некоторые основные задачи математической теории упругости. /- М.: Наука, 1966. – 630 с. (2 экз.)
15. Опарин В.Н., Жигалкин В.М., Кулаков Г.И., Чанышев А.И., Шер Е.Н., Михайлов А.М., Александрова Н.И., Акинин А.А., Востриков В.И., Сарайкин В.А., Юшкин В.Ф., Яковицкая Г.Е. и др. (всего 18 авторов). Методы и измерительные приборы для моделирования и натурных исследований нелинейных деформационно-волновых процессов в блочных массивах горных пород / Под ред. Шкуратника В.Л. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2007. – 330 с. (2 экз.)
16. Опарин В.Н., Тапсиев А.П., Востриков В.И., Акинин А.А., Яковицкая Г.Е., Юшкин В.Ф., Кулаков Г.И., Назарова Л.А., Назаров Л.А., Леонтьев А.В., Кю Н.Г., Борисов В.Д. и др. (всего 13 авторов). Современная геодинамика массива горных пород верхней части литосферы: истоки, параметры, воздействие на объекты недропользования / Под ред. Новопашина М.Д. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2007. – 450 с. (2 экз.)
17. Опарин В.Н., Анциферов А.А., Козырев А.А., Чугуй Ю.В., Потапов В.П., Орлов В.А., Юшин В.И., Вострецов А.Г., Семибаламут В.М., Федоринин В.Н., Сенин Л.Н., Середович В.А., Леонтьев А.В., Кулаков Г.И., Яковицкая Г.Е., Востриков В.И., Поташников В.А., Глухов А.А., Трифонов А.С., Туманов В.В., Тиркель М.И., Геза Н.И., Мирошниченко Н.А., Плотников С.В., Танайно А.С., Панин В.И., Савченко С.Н., Дягилев Р.А., Каспарьян Э.В., Федотова Ю.В., Сидоров В.И., Кривецкий А.В., Иванов А.В. Методы и системы сейсмо-деформационного мониторинга техногенных землетрясений и горных ударов. Том 1. – Новосибирск: Изд. СО РАН, 2009 г. – 320 с. (2 экз.)
18. Опарин В.Н., Востриков В.И. и др. Методы и системы сейсмодеформационного мониторинга техногенных землетрясений и горных ударов. - Новосибирск: СО РАН, 2010. Т. 2. - 261 с. (Интеграционные проекты СО РАН; Вып. 25). (2 экз.)

19. Опарин В.Н., Маловичко А.А., Жигалкин В.М., Орлов В.А., Еременко А.А., Миренков В.Е., Чанышев А.И., Шер Е.Н., Зотеев О.В., Зубков А.В., Клишко В.А., Пивень В.В., Востриков В.И., Сарайкин В.А., Маловичко Д.А., Александрова Н.И. Методы и системы сейсмо-деформационного мониторинга техногенных землетрясений и горных ударов. Том 2. – Новосибирск: Изд. СО РАН, 2009 г. – 294 с. (2 экз.)
20. Опарин В.Н., Симонов Б.Ф., Юшкин В.Ф., Востриков В.И., Погарский Ю.В., Назаров Л.А. Геомеханические и технические основы увеличения нефтеотдачи пластов в виброволновых технологиях. – Новосибирск: Наука, 2009. – 340 с. (2 экз.)
21. Опарин В.Н., Танайно А.С. Каноническая шкала иерархических представлений в горном породоведении. Российская академия наук, Сибирское отделение, Институт горного дела – Новосибирск: Изд-во. Наука, 2011. – 264 с. (2 экз.)
22. Опарин В.Н., Тапсиев А.П., Розенбаум М.А., Рева В.Н., Бадтиев Б.П., Тропп Э.А., Чанышев А.И. Зональная дезинтеграция горных пород и устойчивость подземных выработок / Под ред. М.А. Гузеева. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2008. – 300 с. (5 экз.)
23. Ордин А.А., Клишин В.И. Оптимизация технологических параметров горнодобывающих предприятий на основе лаговых моделей. – Новосибирск: Наука, 2009. – 166 с. (2 экз.)
24. Сборник трудов Всероссийской конференции «Геодинамика и напряженное состояние недр земли» с участием иностранных ученых 06 — 10 июля 2009 г., г. Новосибирск (2 экз.)
25. Сборник трудов конференции «Фундаментальные проблемы формирования техногенной геосреды» с участием иностранных ученых 28 июня — 2 июля 2010 г., г. Новосибирск (2 экз.)
26. Яковицкая Г.Е. Методы и измерительные средства диагностики критических состояний горных пород на основе электромагнитной эмиссии. – Новосибирск: Изд. «Параллель», 2008. – 300 с. (5 экз.)

9.3 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины

Научная электронная библиотека elibrary.ru

<http://elibrary.ru/defaultx.asp>

Реферативно-библиографическая и наукометрическая (библиометрическая) база данных Web of Science

http://apps.webofknowledge.com/UA_GeneralSearch_input.do?product=UA&search_mode=GeneralSearch&SID=N1ueGpOv8ndHm2xXVE2&preferencesSaved=

Электронные ресурсы удаленного доступа ГПНТБ России

<http://www.gpntb.ru/elektronnye-resursy-udalennogo-dostupa.html>

Электронные каталоги и базы данных ГПНТБ СО РАН

http://webirbis.spsl.nsc.ru/irbis64r_01/cgi/cgiirbis_64.exe?C21COM=F&I21DBN=CAT&P21DBN=CAT

Электронная библиотека ГПНТБ СО РАН

<http://www.spsl.nsc.ru/win/nelbib/index-new1.html>

10. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, в т.ч. программное обеспечение

В рамках курса подготовки предусматривается широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий, встречи с представителями российских и зарубежных компаний, ведущими учеными в области геомеханики. Это - компьютерные симуляции, деловые игры, разбор конкретных ситуаций, тренинги, обсуждение новых научных результатов, которые в сочетании с внеаудиторной работой формируют и развивают профессиональные навыки обучающихся.

В процессе обучения будут использованы:

Графический редактор AutoCAD
Операционная система MicrosoftWindows
Офисная программа MicrosoftOffice
Программное средство для научных расчетов Matlab
Электронные презентации лекций

11. Материально-техническое обеспечение дисциплины

- - большой конференц-зал ИГД СО РАН, оснащенный презентационной техникой
- - средства мультимедиа: проектор, экран, компьютер/ноутбук
- - доска учебная маркерная
- - рабочее место аспиранта с выходом в Интернет

Составитель:
д.ф.-м.н., проф., зам. директора

А.И. Чанышев

Согласовано:
Зав. библиотекой

Н.И. Яновская

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании ученого совета ИГД СО РАН.

Протокол от «___» _____ 20___ г. № _____

**Лист внесения дополнений и/или изменений
в рабочую программу учебной дисциплины**

В рабочую программу вносятся дополнения и/или изменения, перечень которых прилагается

Протокол заседания ученого совета от « ___ » _____ 20__ г. № _____