



Программу составил(и):

*дфмн, Заведующий кафедрой, Винников В.А.*

Рабочая программа

### **Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика**

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), условиям их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов (адъюнктов) (приказ от 17.03.2022 г. № 2-22)

Составлена на основании учебного плана:

- 1.3.8 Физика конденсированного состояния
- 1.3.11 Физика полупроводников
- 1.4.2 Аналитическая химия
- 2.2.3 Технология и оборудование для производства материалов и приборов электронной техники
- 2.4.2 Электротехнические комплексы и системы
- 2.5.7 Технологии и машины обработки давлением
- 2.6.1 Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов
- 2.6.2 Металлургия черных, цветных и редких металлов
- 2.6.3 Литейное производство
- 2.6.4 Обработка металлов давлением
- 2.6.5 Порошковая металлургия и композиционные материалы
- 2.6.6 Нанотехнологии и наноматериалы
- 2.6.9 Технология электрохимических процессов и защита от коррозии
- 2.6.12 Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ
- 2.6.17 Материаловедение
- 2.8.3 Горнопромышленная и нефтегазопромысловая геология, геофизика, маркшейдерское дело и геометрия недр
- 2.8.6 Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика
- 2.8.7 Теоретические основы проектирования горнотехнических систем
- 2.8.8 Геотехнология, горные машины
- 2.8.9 Обогащение полезных ископаемых, АСП-22-4.plx , утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.09.2022, протокол № 8-22

Утверждена в составе ОПОП ВО:

- 1.3.8 Физика конденсированного состояния
- 1.3.11 Физика полупроводников
- 1.4.2 Аналитическая химия
- 2.2.3 Технология и оборудование для производства материалов и приборов электронной техники
- 2.4.2 Электротехнические комплексы и системы
- 2.5.7 Технологии и машины обработки давлением
- 2.6.1 Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов
- 2.6.2 Металлургия черных, цветных и редких металлов
- 2.6.3 Литейное производство
- 2.6.4 Обработка металлов давлением
- 2.6.5 Порошковая металлургия и композиционные материалы
- 2.6.6 Нанотехнологии и наноматериалы
- 2.6.9 Технология электрохимических процессов и защита от коррозии
- 2.6.12 Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ
- 2.6.17 Материаловедение
- 2.8.3 Горнопромышленная и нефтегазопромысловая геология, геофизика, маркшейдерское дело и геометрия недр
- 2.8.6 Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика
- 2.8.7 Теоретические основы проектирования горнотехнических систем
- 2.8.8 Геотехнология, горные машины
- 2.8.9 Обогащение полезных ископаемых, , утвержденной Ученым советом НИТУ МИСИС 22.09.2022, протокол № 8-22

Рабочая программа одобрена на заседании

**Кафедра строительства подземных сооружений и горных предприятий**

Протокол от г., №

Руководитель подразделения Винников В.А.

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ**

|     |  |
|-----|--|
| 1.1 | Подготовка к сдаче кандидатского минимума по специальности |
|-----|--|

**2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

|            |   |       |
|------------|---|-------|
| Блок ОП:   |   | 2.1.3 |
| <b>2.1</b> | <b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>  |       |
| 2.1.1      | 3D-моделирование машин, агрегатов и процессов   |       |
| 2.1.2      | Биоматериаловедение   |       |
| 2.1.3      | Высокотемпературные и сверхтвердые материалы  |       |
| 2.1.4      | Геолого-маркшейдерское обеспечение горных работ   |       |
| 2.1.5      | Геотехнологии освоения месторождений полезных ископаемых  |       |
| 2.1.6      | Диагностика, экспертиза и коррозионный мониторинг состояния металлических материалов                      |       |
| 2.1.7      | Инновационные конструкционные материалы   |       |
| 2.1.8      | Инновационные литейные технологии   |       |
| 2.1.9      | Инновационные технологии и конструкции оборудования для производства труб, деталей и специальных изделий  |       |
| 2.1.10     | Композиционные наноматериалы  |       |
| 2.1.11     | Компьютерное моделирование в задачах геомеханики, геоконтроля и разрушения горных пород                   |       |
| 2.1.12     | Компьютерное моделирование в задачах геомеханики, геоконтроля и разрушения горных пород                   |       |
| 2.1.13     | Логистика и экодизайн технологий черной металлургии   |       |
| 2.1.14     | Материаловедение и технологии материалов электроники  |       |
| 2.1.15     | Материаловедение функциональных материалов  |       |
| 2.1.16     | Металловедение и технологии легких сплавов  |       |
| 2.1.17     | Методология проектирования горных предприятий   |       |
| 2.1.18     | Механика подземных сооружений   |       |
| 2.1.19     | Обеспечение безопасного применения электроэнергии на предприятиях минерально-сырьевого комплекса          |       |
| 2.1.20     | Оптика и физика лазеров   |       |
| 2.1.21     | Организация и обеспечение качества аналитического контроля  |       |
| 2.1.22     | Порошковые, композиционные, аддитивные материалы и покрытия   |       |
| 2.1.23     | Приборы твердотельной электроники и микроэлектроники  |       |
| 2.1.24     | Проблемы надежности горных машин и оборудования   |       |
| 2.1.25     | Процессы и технологии обогащения и глубокой переработки минерального сырья                                |       |
| 2.1.26     | Ресурсосбережение и комплексное использование сырья в металлургии цветных, редких и благородных металлов  |       |
| 2.1.27     | Строительная геотехнология  |       |
| 2.1.28     | Теоретические исследования и моделирование перспективных сталеплавильных и ферросплавных процессов        |       |
| 2.1.29     | Теоретические основы и средства компьютерного моделирования процессов ОМД                                 |       |
| 2.1.30     | Теория и практика решения металлургических задач  |       |
| 2.1.31     | Термохимия материалов и термодинамическое моделирование   |       |
| 2.1.32     | Технологические основы получения материалов макро-, микро- и наноэлектроники                              |       |
| 2.1.33     | Физика конденсированного состояния  |       |
| 2.1.34     | Физика конденсированного состояния и квантовые технологии   |       |
| 2.1.35     | Физика конденсированного состояния функциональных материалов  |       |
| 2.1.36     | Физика наноразмерных материалов и структур  |       |
| 2.1.37     | Физика полупроводников и диэлектриков   |       |
| 2.1.38     | Физико-технологические основы получения материалов и элементов макро-, микро- и наноэлектроники           |       |
| 2.1.39     | Физико-химия наноматериалов   |       |
| 2.1.40     | Физико-химия процессов и материалов   |       |
| 2.1.41     | Химия и технология переработки твердых горючих ископаемых   |       |
| 2.1.42     | Академическое письмо  |       |
| 2.1.43     | Иностранный язык  |       |
| 2.1.44     | История и философия науки   |       |
| 2.1.45     | Физико-химические и химические процессы обогащения и переработки полезных ископаемых и техногенного сырья |       |



|   |
|---|
| А-2-31 Методы планирования эксперимента   |
| <b>А-1: Способность к научному поиску и применению результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок при самостоятельных исследованиях</b> |
| <b>Знать:</b>   |
| А-1-31 приемы работы с библиотечной информацией и поиском необходимых документов по ключевым словам   |
| <b>А-3: Способность проводить научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы по заданной тематике и оформлять их результаты</b>                         |
| <b>Уметь:</b>   |
| А-3-У1 Готовить нормативно-техническую документацию   |
| <b>А-2: Способность проводить научный эксперимент и анализ его результата</b>   |
| <b>Уметь:</b>   |
| А-2-У1 Проводить измерения с помощью научных приборов   |
| <b>А-1: Способность к научному поиску и применению результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок при самостоятельных исследованиях</b> |
| <b>Уметь:</b>   |
| А-1-У1 осуществлять поиск научной информации  |
| <b>А-3: Способность проводить научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы по заданной тематике и оформлять их результаты</b>                         |
| <b>Владеть:</b>   |
| А-3-В1 Навыками проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по заданной тематике   |
| <b>А-2: Способность проводить научный эксперимент и анализ его результата</b>   |
| <b>Владеть:</b>   |
| А-2-В1 Навыками обработки результатов эксперимента  |
| <b>А-1: Способность к научному поиску и применению результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок при самостоятельных исследованиях</b> |
| <b>Владеть:</b>   |
| А-1-В1 навыками применения результатов поиска научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок при самостоятельных исследованиях                      |

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ

| Код занятия | Наименование разделов и тем /вид занятия/  | Семестр / Курс | Часов | Формируемые индикаторы компетенций | Литература и эл. ресурсы          | Примечание | КМ  | Выполняемые работы |
|-------------|--|----------------|-------|------------------------------------|-----------------------------------|------------|-----|--------------------|
|             | <b>Раздел 1. Геомеханика</b>   |                |       |                                    |                                   |            |     |                    |
| 1.1         | Геомеханика. Геомеханические процессы, происходящие в геологической среде под влиянием горных работ, и управление ими при подземных и открытых работах, а также подземном и гражданском строительстве. /Лек/ | 7              | 4     | А-1-31 А-2-31 А-3-31               | Л1.8 Л1.9 Л1.10 Л2.11 Л2.12 Л2.13 |            | КМ1 |                    |
| 1.2         | Геомеханические процессы, происходящие в геологической среде под влиянием горных работ, и управление ими при подземных и открытых работах, а также подземном и гражданском строительстве. /Пр/               | 7              | 5     | А-1-У1 А-2-У1 А-3-У1               | Л1.8 Л1.9 Л1.10 Л2.11 Л2.12 Л2.13 |            |     | Р1                 |

|     |   |   |    |                         |  |  |  |  |
|-----|---|---|----|-------------------------|--|--|--|--|
| 1.3 | <p>Сдвигение породных массивов под влиянием подземных и открытых горных ра-бот. Связь сдвигения горных пород и газовыделения в горные выработки и на поверхность. Определение параметров сдвигения 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</p> | 7 | 10 | A-1-B1 A-2-B1<br>A-3-B1 | Л1.8 Л1.9<br>Л1.10Л2.4<br>Л2.7 Л2.11<br>Л2.12 Л2.13<br>Э1 Э2 Э3 Э4 |  |  |  |
|-----|---|---|----|-------------------------|--|--|--|--|

|     |  |   |   |                         |   |  |     |    |
|-----|--|---|---|-------------------------|---|--|-----|----|
|     | <p>управления состоянием бортов карьеров.</p> <p>Понятие о сейсмических волнах, их параметры; воздействие сейсмических сигналов на строящиеся и эксплуатируемые подземные сооружения.</p> <p>Принципы и приемы геомеханического воздействия на массив для повышения интенсивности и продолжительности нефте- и газоотдачи скважин. Методы контроля.</p> <p>Связь между геомеханическими и геодинамическими процессами.</p> <p>/Ср/</p> |   |   |                         |   |  |     |    |
|     | <b>Раздел 2. Разрушение горных пород</b>   |   |   |                         |   |  |     |    |
| 2.1 | Разрушение горных пород взрывом. Невзрывные способы разрушения горных пород /Лек/  | 7 | 4 | A-1-31 A-2-31<br>A-3-31 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3 Л1.5<br>Л1.12Л2.3<br>Л2.14 Л2.15<br>Л2.18 Л2.19                             |  | КМ1 |    |
| 2.2 | Разрушение пород при бурении шпуров и скважин и комбинированной проходке выработок. Разрушение горных пород невзрывными способами. /Пр/  | 7 | 4 | A-1-У1 A-2-У1<br>A-3-У1 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3 Л1.5<br>Л1.12Л2.1<br>Л2.3 Л2.5<br>Л2.14 Л2.15<br>Л2.18 Л2.19<br>Л2.22 Л2.23 |  |     | Р2 |



|     |  |   |    |                         |   |  |  |  |
|-----|--|---|----|-------------------------|---|--|--|--|
| 2.3 | <p>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 работ (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. Понятие о сейсмических волнах и их параметры. Способы регистрации сейсмоколебаний. Методы и средства контроля сейсмического действия взрыва. Методы и средства для исследования быстротекающих процессов при взрывном и ударном воздействии на</p> | 7 | 10 | A-1-B1 A-2-B1<br>A-3-B1 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3 Л1.5<br>Л1.12 Л2.1<br>Л2.3 Л2.5<br>Л2.14 Л2.15<br>Л2.18 Л2.19<br>Л2.22 Л2.23<br>Э1 Э2 Э3 Э4 |  |  |  |
|-----|--|---|----|-------------------------|---|--|--|--|

|  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|
| <p>массив.</p> <p>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 «другие комбинированные способы бурения. Влияние основных физико- механических свойств горных пород на показатели бурения и расширения шпуров и скважин, энергоемкость разрушения.</p> <p>Интенсификация и оптимизация процессов бурения и расширения, техника и технология бурения и расширения шпуров и скважин. Методы и средства контроля состояния скважин и шпуров.</p> <p>Разрушение негабаритов. Способы, техника и технология взрывного, механического, термического, электротермического, электрофизического разрушения. Механизм разрушения и расчет параметров разрушения каждым из указанных способов.</p> <p>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.</p> <p>Свойства горных пород, влияющих на процессы механического разрушения углей и угольных пластов.</p> <p>Типизация угольных пластов по разрушаемости.</p> <p>Физические особенности разрушения горных пород и углей резцовым инструментом, дисковыми и штыревыми шарошками, комбинированным</p> |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|

|   |  |  |  |  |  |  |
|---|--|--|--|--|--|--|
| <p>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.</p> |  |  |  |  |  |  |
|---|--|--|--|--|--|--|

|     |  |   |   |                          |  |  |     |    |
|-----|--|---|---|--------------------------|--|--|-----|----|
|     | <p>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 с помощью многоструйных погружных резаков.</p> <p>Разрушение горных пород и твердых материалов гидроабразивными струями. Сущность способа. Факторы, определяющие эффективность процесса разрушения горных пород и других материалов гидроабразивными струями воды.</p> <p>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 механическим инструментом различных типов. Методы расчета рациональных параметров и режимов гидромеханического разрушения угля и горных пород.</p> <p>/Ср/</p> |   |   |                          |  |  |     |    |
|     | <b>Раздел 3. Рудничная аэродинамика</b>  |   |   |                          |  |  |     |    |
| 3.1 | Газовая динамика шахт и рудников. Аэрология карьеров. /Лек/  | 7 | 5 | A-1-31 A-2-31<br>A-3-31  | Л1.6<br>Л1.7Л2.2<br>Л2.6               |  | КМ1 |    |
| 3.2 | Газовая динамика шахт и рудников. Аэрология карьеров. /Пр/   | 7 | 5 | A-1-У1 A-2-<br>У1 A-3-У1 | Л1.6<br>Л1.7Л2.2<br>Л2.6 Л2.8<br>Л2.10 |  |     | Р3 |

|     |   |   |    |                         |   |  |  |  |
|-----|---|---|----|-------------------------|---|--|--|--|
| 3.3 | <p>Рудничная газодинамика шахт и рудников.</p> <p>Рудничная атмосфера: физические и химические свойства газов. Понятие динамически активных и пассивных газов в рудничной атмосфере.</p> <p>Температурно-влажностный режим шахт (рудников) и факторы его определяющие. Основные законы аэростатики и аэродинамики применительно к рудничной атмосфере.</p> <p>Газоносность угольных пластов, горных пород, горных выработок и шахт.</p> <p>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.</p> <p>Режимы движения воздуха в шахтах (рудниках).</p> <p>Природа турбулентности. Основные характеристики турбулентности в шахтных вентиляционных потоках.</p> <p>Фильтрационные течения.</p> <p>Критическое число Рейнольдса. Природа аэродинамических сопротивлений элементов шахтной вентиляционной сети: сопротивление трения, местные и лобовые сопротивления. Закон сопротивления горных выработок и выработанных пространств.</p> <p>Диффузия газов в горных шахтных вентиляционных потоках. Уравнение конвективной диффузии.</p> <p>Граничные условия в задачах переноса газообразных примесей шахтными вентиляционными потоками. Соотношение сил в фильтрационных потоках утечек.</p> <p>Коэффициент турбулентной диффузии.</p> <p>Стратифицированные потоки. Слоевые скопления</p> | 7 | 10 | A-1-B1 A-2-B1<br>A-3-B1 | Л1.6<br>Л1.7Л2.2<br>Л2.6 Л2.8<br>Л2.10<br>Э1 Э2 Э3 Э4 |  |  |  |
|-----|---|---|----|-------------------------|---|--|--|--|

|   |  |  |  |  |  |  |  |  |
|---|--|--|--|--|--|--|--|--|
| <p>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, Сыпана, Струхала, Фруда, Шмидта, Эйлера.</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>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</p> |  |  |  |  |  |  |  |  |
|---|--|--|--|--|--|--|--|--|

|     |  |   |   |                         |   |  |     |    |
|-----|--|---|---|-------------------------|---|--|-----|----|
|     | <p>пылегазового облака.<br/>Проветривание карьеров за счет энергии ветра.<br/>Конвективная схема проветривания (условия возникновения, схемы движения воздуха, скорость и режим движения воздуха, вынос вредных из карьера). Инверсионная схема движения воздуха (условия возникновения, схемы движения воздуха, Скорость накопления вредных в карьерном пространстве).<br/>Комбинированные схемы проветривания.<br/>Интенсификация естественного воздухообмена. Способы и средства искусственной вентиляции. Способы и средства нормализации атмосферных карьеров.<br/>Создание комфортных условий в кабинах горных и транспортных машин.<br/>Пылеулавливание.<br/>Нейтрализация вредных газов. Снижение запыленности воздуха при массовых взрывах. Основы проектирования вентиляции карьеров.<br/>/Ср/</p> |   |   |                         |   |  |     |    |
|     | <b>Раздел 4. Горная теплофизика</b>  |   |   |                         |   |  |     |    |
| 4.1 | Промерзание и оттаивание горных пород. Термическое разрушение. Подземная газификация угля. /Лек/   | 7 | 4 | A-1-31 A-2-31<br>A-3-31 | Л1.4<br>Л1.11Л2.9<br>Л2.16 Л2.17<br>Л2.21 Л2.24 |  | КМ1 |    |
| 4.2 | Промерзание и оттаивание горных пород. Термическое разрушение. Подземная газификация угля. /Пр/  | 7 | 3 | A-1-У1 A-2-У1<br>A-3-У1 | Л1.4<br>Л1.11Л2.9<br>Л2.16 Л2.17<br>Л2.21 Л2.24 |  |     | Р4 |

|     |  |   |   |                      |  |  |  |  |
|-----|--|---|---|----------------------|--|--|--|--|
| 4.3 | <p>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. Тепло- и массоперенос. Уравнение первого закона термодинамики для потока. Соп-ло Лавая. 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</p> | 7 | 8 | A-1-B1 A-2-B1 A-3-B1 | Л1.4<br>Л1.11 Л2.9<br>Л2.16 Л2.17<br>Л2.20 Л2.21<br>Л2.24<br>Э1 Э2 Э3 Э4 |  |  |  |
|-----|--|---|---|----------------------|--|--|--|--|



|  |  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|--|
| <p>покрытий для полного или частичного предотвращения промерзания пород. Технология получения теплоизоляционных покрытий.</p> <p>Оттаивание связных пород на открытых разработках.</p> <p>Оттаивание прямым нагревом. СВЧ-методы оттаивания (механизм, техника, технология, область применения).</p> <p>Гидрооттаивание (механизм, параметры, техника и технология, область применения).</p> <p>Замораживание пород при строительстве подземных сооружений. Тепло- и массо-перенос в горных породах при замораживании.</p> <p>Термодиффузия влаги при замораживании пород.</p> <p>Расчет параметров замораживания пород вокруг одиночной скважины. Расчет параметров замораживания при формировании ледопородных ограждений.</p> <p>Термическое разрушение горных пород. Разрушение плавлением. Хрупкое термическое разрушение (ХТР). Поле температур и напряжений при ХТР.</p> <p>Механизм и параметры ХТР. Термическое бурение шпуров и скважин, термическое расширение скважин (техника, технология, режимы и параметры, область применения).</p> <p>Скважинные геотехнологии добычи полезных ископаемых на основе теплофизики. Подземная выплавка серы (условия применения, тепловой баланс, расчет параметров, техника и технология).</p> <p>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).</p> <p>Термические процессы при подготовке рудного сырья к</p> |  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|--|

|  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|
| <p>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).<br/>Сушка горной массы. Поверхностная и полная сушка (тепловой баланс, тепло- и массообмен, техника и технология, область применения).<br/>/Ср/</p> |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|

### 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

#### 5.1. Контрольные мероприятия (контрольная работа, тест, коллоквиум, экзамен и т.п), вопросы для самостоятельной подготовки

| Код КМ | Контрольное мероприятие | Проверяемые индикаторы компетенций | Вопросы для подготовки |
|--------|-------------------------|------------------------------------|------------------------|
|--------|-------------------------|------------------------------------|------------------------|

|     |         |  |  |
|-----|---------|--|--|
| KM1 | Экзамен | A-3-31;A-3-У1;A-3-B1;A-2-31;A-2-У1;A-2-B1;A-1-31;A-1-У1;A-1-B1 | <p>1.1. Механические модели пород: упругие, жесткопластические, упругопластические, реологические.</p> <p>1.2. Устойчивость горных выработок и подземных сооружений.</p> <p>1.3. Принципы геомеханического воздействия на массив для повышения интенсивности нефте- и газоотдачи скважин.</p> <p>1.4. Горнотехнические и специальные способы управления состоянием бортов карьеров.</p> <p>1.5. Влияние подземных вод на устойчивость горных выработок и откосов горных пород</p> <p>1.6. Методы контроля напряженного состояния массива горных пород на основе эффектов памяти в горных породах</p> <p>1.7. Зоны опорного давления в окрестностях выработок.</p> <p>1.8. Методы исследования геомеханических процессов в лабораторных условиях.</p> <p>1.9. Методы контроля напряженного состояния массива.</p> <p>1.10. Напряженное состояние массива горных пород.</p> <p>Основные понятия.</p> <p>2.1. Деформируемость, прочность и разрушение горных пород и массивов</p> <p>2.2. Теории прочности и критерии разрушения пород</p> <p>2.3. Особенности деформирования и разрушения горных пород и массивов в условиях трехмерного напряженно-деформированного состояния</p> <p>2.4. Гидромеханическое разрушение угля и горных пород</p> <p>2.5. Измельчение горной массы. Типы мельниц и условия их применения</p> <p>2.6. Хрупкое термическое разрушение горных пород</p> <p>2.7. Электрофизические способы разрушения горных пород</p> <p>2.8. Физические особенности разрушения пород резцовым инструментом</p> <p>2.9. Дробление горной массы. Типы дробилок, область их применения</p> <p>2.10. Способы бурения и расширения шпуров и скважин. Интенсификация и оптимизация процессов бурения</p> <p>3.1. Режимы движения воздуха в шахтах (рудниках)</p> <p>3.2. Диффузия газов в горных шахтных вентиляционных потоках</p> <p>3.3. Способы и средства искусственной вентиляции</p> <p>3.4. Закон сопротивления горных выработок и выработанных пространств</p> <p>3.5. Слоевые скопления газов и механизм их формирования</p> <p>3.6. Газодинамические процессы в шахтах и рудниках.</p> <p>3.7. Моделирование аэрогазодинамических процессов в шахтах</p> <p>3.8. Основные закономерности аэродинамики тупиковых выработок</p> <p>3.9. Виды выделения метана в шахтах</p> <p>3.10. Распространение вредных газов и пыли при взрывных работах</p> |
|-----|---------|--|--|

**5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (Курсовая работа, Курсовой проект, РГР, Реферат, ЛР, ПР и т.п.)**

| Код работы | Название работы  | Проверяемые индикаторы компетенций | Содержание работы  |
|------------|--|------------------------------------|--|
| P1         | Геомеханические процессы, происходящие в геологической среде под влиянием горных работ, и управление ими при подземных и открытых работах, а также подземном и гражданском строительстве | A-3-У1;A-2-У1;A-1-У1               | Изучение классификации геомеханических процессы, происходящих в геологической среде под влиянием горных работ, и освоение методов управления ими при подземных и открытых работах, а также подземном и гражданском строительстве |

|    |   |                      |   |
|----|---|----------------------|---|
| P2 | Разрушение пород при бурении шпуров и скважин и комбинированной проходке выработок. Разрушение горных пород невзрывными способами | A-3-У1;A-2-У1;A-1-У1 | Изучение современных методов разрушения горных пород  |
| P3 | Газовая динамика шахт и рудников. Аэрология карьеров.   | A-3-У1;A-2-У1;A-1-У1 | Изучение современных способов расчета динамики воздушных масс в карьерах и шахтах (рудниках)        |
| P4 | Промерзание и оттаивание горных пород   | A-3-У1;A-2-У1;A-1-У1 | Изучение современных способов и средств управления состоянием массива с помощью термических методов |

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

Пример экзаменационного билета:

1. Оценка устойчивости породных откосов и бортов карьеров. Горнотехнические и специальные способы управления состоянием бортов карьеров.
2. Закономерности формирования и распространения сейсмических волн и ударной воздушной волны при массовых взрывах.
3. Инверсионная схема движения воздуха (условия возникновения, схемы движения воздуха, Скорость накопления вредностей в карьерном пространстве).

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

- "отлично" – аспирант показывает глубокие, исчерпывающие знания в объеме пройденной программы, уверенно действует по применению полученных знаний на практике, грамотно и логически стройно излагает материал при ответе, умеет формулировать выводы из изложенного теоретического материала, знает дополнительно рекомендованную литературу;

- "хорошо" - аспирант показывает достаточно исчерпывающие знания в объеме пройденной программы, уверенно действует по применению полученных знаний на практике, грамотно и логически стройно излагает материал при ответе, умеет формулировать выводы из изложенного теоретического материала, знает дополнительно рекомендованную литературу; быстро исправляет незначительные ошибки при задании наводящих вопросов;

- «удовлетворительно» – аспирант показывает знания в объеме пройденной программы, ответы излагает хотя и с ошибками, но уверенно исправляемыми после дополнительных и наводящих вопросов, правильно действует по применению знаний на практике;

- «неудовлетворительно» – аспирант допускает грубые ошибки в ответе, не понимает сущности излагаемого вопроса, не умеет применять знания на практике, дает неполные ответы на дополнительные и наводящие вопросы.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

### 6.1. Рекомендуемая литература

#### 6.1.1. Основная литература

|      | Авторы, составители  | Заглавие   | Библиотека             | Издательство, год   |
|------|--|--|------------------------|---|
| Л1.1 | Кутузов Б. Н.  | Методы ведения взрывных работ: учебник   | Электронная библиотека | Москва: Горная книга, 2011                                  |
| Л1.2 | Кутузов Б. Н.  | Методы ведения взрывных работ: учебник   | Электронная библиотека | Москва: Горная книга, 2009                                  |
| Л1.3 | Крюков Г. М.   | Физика разрушения горных пород при бурении и взрывании: учебное пособие                          | Электронная библиотека | Москва: Московский государственный горный университет, 2007 |
| Л1.4 | Гончаров С. А.   | Термодинамика: учебник   | Электронная библиотека | Москва: Московский государственный горный университет, 2002 |
| Л1.5 | Крюков Г. М.   | Физика разрушения горных пород при бурении и взрывании (с практическими рекомендациями): учебник | Электронная библиотека | Москва: Горная книга, 2006                                  |
| Л1.6 | Ушаков К. З.,<br>Бурчаков А. С.,<br>Пучков Л. А.,<br>Медведев И. И.,<br>Ушаков К. З. | Аэрология горных предприятий: учебник для студ. горн. спец. вузов                                | Библиотека МИСиС       | М.: Недра, 1987   |

|   | Авторы, составители   | Заглавие   | Библиотека             | Издательство, год   |
|---|---|--|------------------------|---|
| Л1.7                                    | Ушаков К. З.,<br>Михайлов В. А.,<br>Ржевский В. В.                              | Аэрология карьеров: учебник  | Библиотека МИСиС       | М.: Недра, 1985   |
| Л1.8                                    | Баклашов И. В.  | Деформирование и<br>разрушение породных<br>массивов  | Библиотека МИСиС       | М.: Недра, 1988   |
| Л1.9                                    | Баклашов И. В.,<br>Картозия Б. А.   | Механика подземных<br>сооружений и конструкции<br>крепей: учебник для студ.,<br>обуч. по напр. подготовки<br>"Горн. дело"          | Библиотека МИСиС       | М.: Студент, 2012   |
| Л1.10                                   | Баклашов И. В.,<br>Картозия Б. А.   | Механические процессы в<br>породных массивах: учебник<br>для студ. вузов, обуч. по<br>спец. "Физические процессы<br>горного пр-ва" | Библиотека МИСиС       | М.: Недра, 1986   |
| Л1.11                                   | Гончаров Степан<br>Алексеевич, Наумов<br>Константин<br>Игоревич                 | Термодинамические<br>процессы: учебник   | Библиотека МИСиС       | М.: Горная книга, 2009  |
| Л1.12                                   | Крюков Г. М.  | Физика взрывного<br>разрушения: учеб. пособие<br>по дисц. "Разрушение горных<br>пород взрывом" для студ.<br>спец. 0210             | Библиотека МИСиС       | М.: МГИ, 1985   |
| <b>6.1.2. Дополнительная литература</b> |   |  |                        |   |
|   | Авторы, составители   | Заглавие   | Библиотека             | Издательство, год   |
| Л2.1                                    | Аренс В. Ж., Бабичев<br>Н. И., Башкатов А.<br>Д., Гридин О. М.,<br>Хрулев А. С. | Скважинная гидродобыча<br>полезных ископаемых:<br>учебное пособие  | Электронная библиотека | Москва: Горная книга, 2011  |
| Л2.2                                    | Каледина Н. О.  | Вентиляция<br>производственных объектов:<br>учебное пособие  | Электронная библиотека | Москва: Московский<br>государственный горный<br>университет, 2008 |
| Л2.3                                    | Дмитриев А. П.  | Разрушение горных пород:<br>монография   | Электронная библиотека | Москва: Московский<br>государственный горный<br>университет, 2006 |
| Л2.4                                    | Шкурятник В. Л.   | Измерения в физическом<br>эксперименте: учебник  | Электронная библиотека | Москва: Горная книга, 2006  |
| Л2.5                                    | Колодина И. В.,<br>Вознесенский А. С.,<br>Шкурятник В. Л.                       | Методы и средства изучения<br>быстропротекающих<br>процессов (при взрывном<br>разрушении горных пород):<br>учебник                 | Электронная библиотека | Москва: Московский<br>государственный горный<br>университет, 2005 |
| Л2.6                                    | Пучков Л. А.,<br>Каледина Н. О.   | Динамика метана в<br>выработанных пространствах<br>угольных шахт: монография   | Электронная библиотека | Москва: Московский<br>государственный горный<br>университет, 1995 |
| Л2.7                                    | Вознесенский А. С.  | Системы контроля<br>геомеханических процессов:<br>учебное пособие  | Электронная библиотека | Москва: Московский<br>государственный горный<br>университет, 2002 |
| Л2.8                                    | Каледина Н. О.,<br>Романченко С. Б.,<br>Трофимов В. А.                          | Компьютерное<br>моделирование шахтных<br>вентиляционных сетей:<br>метод. указания  | Библиотека МИСиС       | М.: Изд-во МГГУ, 2008   |
| Л2.9                                    | Янченко Г. А.   | Материальный баланс<br>процесса подземной<br>газификации угля: учеб.<br>пособие по дисц.<br>"Физические процессы<br>горного пр-ва" | Библиотека МИСиС       | М.: МГИ, 1989   |

|       | Авторы, составители   | Заглавие  | Библиотека             | Издательство, год     |
|-------|---|---|------------------------|-----------------------|
| Л2.10 | Версилов С. О.,<br>Дремов В. И.,<br>Каледина Нина<br>Олеговна, др.,<br>Фролов А. В.,<br>Каледина Нина<br>Олеговна | Основы теории горения и взрыва на дневной поверхности и в горных выработках: учеб. пособие  | Электронная библиотека | М.: Изд-во МГГУ, 2011 |
| Л2.11 | Баклашов И. В.,<br>Борисов В. Н.,<br>Максимов А. П.,<br>Баклашов И. В.  | Проектирование и строительство горнотехнических зданий и сооружений.<br>Горнотехнические здания и сооружения: учебник                       | Библиотека МИСиС       | М.: Недра, 1991       |
| Л2.12 | Баклашов И. В.,<br>Борисов В. Н.,<br>Баклашов И. В.   | Проектирование и строительство горнотехнических зданий и сооружений. Строительные конструкции зданий и сооружений: учебник                  | Библиотека МИСиС       | М.: Недра, 1990       |
| Л2.13 | Куликов Ю. Н.,<br>Максимов А. П.,<br>Баклашов И. В.   | Проектирование и строительство горнотехнических зданий и сооружений. Технология строительства зданий и сооружений: учебник                  | Библиотека МИСиС       | М.: Недра, 1991       |
| Л2.14 | Дмитриев А. П.,<br>Гончаров С. А.   | Термодинамические процессы в горных породах: учебник для студ. обуч. по спец. "Физ. процессы горн. и нефтегаз. пр-ва"                       | Библиотека МИСиС       | М.: Недра, 1990       |
| Л2.15 | Зильбершмидт М. Г.,<br>Дмитриев А. П.   | Современные представления о существе проблемы и основные подходы к ее решению   | Библиотека МИСиС       | , 2007                |
| Л2.16 | Янченко Г. А.   | Термические и термомеханические методы разрушения   | Библиотека МИСиС       | , 2003                |
| Л2.17 | Янченко Г. А.   | Термодинамические параметры состояния горных пород и минералов и химических реакций их образования  | Библиотека МИСиС       | , 2009                |
| Л2.18 | Зильбершмидт М. Г.,<br>Дмитриев А. П.   | Физические методы анализа минерального вещества. Процессы изменения состояния и свойств минералов   | Библиотека МИСиС       | , 2007                |
| Л2.19 | Зильбершмидт М. Г.,<br>Дмитриев А. П.   | Процессы направленного изменения свойств полиминерального агрегата  | Библиотека МИСиС       | , 2007                |
| Л2.20 | Насонов И. Д., Ресин В. И., Шуплик М. Н., Федюкин В. А.   | Специальные способы строительства   | Библиотека МИСиС       | , 1998                |
| Л2.21 | Янченко Г. А.   | Теплопроводность и критерий Прандтля  | Библиотека МИСиС       | М.: Изд-во МГГУ, 1994 |
| Л2.22 | Гридин О. М.,<br>Гончаров С. А.   | Электромагнитные процессы: учебник для студ. вузов, обуч. по спец. "Физ. процессы горн. или нефтегаз. пр-ва" напр. подготовки "Горное дело" | Библиотека МИСиС       | М.: Изд-во МГГУ, 2009 |

|       | Авторы, составители   | Заглавие   | Библиотека             | Издательство, год     |
|-------|---|--|------------------------|-----------------------|
| Л2.23 | Гончаров С. А.,<br>Гридин О. М.,<br>Ананьев П. П.               | Энергосбережение при<br>измельчении руды: учеб.<br>пособие   | Библиотека МИСиС       | М.: Изд-во МГГУ, 2011 |
| Л2.24 | Абрамкин Николай<br>Иванович, Янченко<br>Геннадий<br>Алексеевич | Физико-химическая<br>геотехнология. Процессы<br>сжигания и газификация угля<br>в подземных условиях (N<br>3467): сб. задач и заданий для<br>практ. занятий и<br>самостоятельной работы | Электронная библиотека | М.: [МИСиС], 2019     |

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

|    |   |                |
|----|---|----------------|
| Э1 | Горный информационно-аналитический бюллетень                  | giab-online.ru |
| Э2 | Физико-технические проблемы разработки<br>полезных ископаемых | misd.ru        |
| Э3 | Горный журнал   | rudmet.ru      |
| Э4 | Записки горного института                                     | pmi.spmu.ru    |

### 6.3 Перечень программного обеспечения

|     |                  |
|-----|------------------|
| П.1 | Microsoft Office |
|-----|------------------|

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

## 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

| Ауд.                                  | Назначение   | Оснащение  |
|---------------------------------------|--|--|
| Любой корпус<br>Мультимедийная        | Учебная аудитория для проведения<br>занятий лекционного типа и/или для<br>проведения практических занятий: | комплект учебной мебели до 36 мест для обучающихся,<br>мультимедийное оборудование, магнитно-маркерная<br>доска, рабочее место преподавателя, ПКс доступом к<br>ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный<br>кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные<br>программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus |
| Любой корпус<br>Мультимедийная        | Учебная аудитория для проведения<br>занятий лекционного типа и/или для<br>проведения практических занятий: | комплект учебной мебели до 36 мест для обучающихся,<br>мультимедийное оборудование, магнитно-маркерная<br>доска, рабочее место преподавателя, ПКс доступом к<br>ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный<br>кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные<br>программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus |
| Читальный зал<br>электронных ресурсов |  | комплект учебной мебели на 55 мест для обучающихся,<br>50 ПК с доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС<br>университета через личный кабинет на платформе LMS<br>Canvas, лицензионные программы MS Office, MS<br>Teams, ESET Antivirus.   |

## 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Предполагается, что аспирант должен предварительно готовится ко всем видам занятий.

Подготовка к лекционному занятию включает либо предварительное ознакомление с темой занятия по соответствующей литературе, либо повторение пройденного материала.

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

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

Подготовка к практическим занятиям

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

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

Основу самостоятельной работы составляет повторение пройденного на лекциях и практических занятиях материала, а также подготовка к контрольным работам и экзамену. Кроме того, один из разделов предлагается к полностью самостоятельной проработке. Такая подготовка предполагает широкое использование рекомендованной преподавателем литературы, а также разнообразных электронных источников сети Интернет