

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ
М.В.ЛОМОНОСОВА»**

**ФИЛИАЛ МГУ В ГОРОДЕ ДУШАНБЕ
ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНЫЙ ФАКУЛЬТЕТ**

"УТВЕРЖДАЮ"

Директор Филиала МГУ
имени М.В. Ломоносова в г. Душанбе
П.Н. Демидович
"1" декабря 2018г.

ПРОГРАММА

ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ

Направление подготовки: 04.03.02 - Химия, физика и механика материалов

Форма обучения: очная

Квалификация: бакалавр

1. Цели государственной итоговой аттестации

Целями государственной итоговой аттестации являются: установление уровня подготовки выпускника к выполнению профессиональных задач и соответствия его подготовки требованиям Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) направления подготовки 04.03.02 «Химия, физика и механика материалов» и основной образовательной программы высшего образования (ООП ВО), разработанной в Московском государственном университете имени М.В. Ломоносова.

2. Государственная итоговая аттестация по направлению подготовки 04.03.02 Химия, физика и механика материалов включает в себя:

- а) государственный экзамен;
- б) защиту выпускной квалификационной работы

3. Виды профессиональной деятельности выпускников и соответствующие им задачи профессиональной деятельности:

Виды профессиональной деятельности, к которым готовятся выпускники, освоившие программу бакалавриата:

- научно-исследовательская;
- производственно-технологическая;
- организационно-управленческая;
- педагогическая.

Профессиональные задачи:

Выпускник, освоивший программу бакалавриата, в соответствии с видом (видами)

профессиональной деятельности, на который (которые) ориентирована программа бакалавриата, должен быть готов решать следующие **профессиональные задачи**:

научно-исследовательская деятельность:

- проведение научно-исследовательских работ в областях химии, физики и механики, связанных с получением и исследованием современных материалов и наноматериалов;
- анализ и обобщение результатов научно-исследовательских работ с использованием современных достижений науки и техники, передового отечественного и зарубежного опыта в области наук о материалах и нанотехнологий;
- систематический поиск и предварительный анализ научной и технической информации в области химического материаловедения для научно-практической и патентной поддержки проводимых фундаментальных исследований или технологических разработок в области современного материаловедения и нанотехнологий;
- подготовка и проведение семинаров, научно-технических конференций, подготовка и редактирование научных публикаций;
- определение экономической эффективности научно-исследовательских и научно-производственных работ в области наук о материалах и наноматериалах;

- распространение междисциплинарных знаний в области современной науки о материалах средствами информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", путем публикаций в российских и международных изданиях, при реализации педагогической деятельности;

производственно-технологическая деятельность:

- эксплуатация современного лабораторного оборудования и приборов в соответствии с квалификацией, квалифицированная комплексная аттестация, исследование с помощью современных методов анализа природы химических, физических и механических свойств материалов и наноматериалов, а также характера изменения реальной структуры и свойств материалов при вариации состава и условий синтеза и внешних воздействий, участие в работе аналитических и сертификационных центров, в том числе в качестве операторов современного синтетического и аналитического оборудования;
- ведение методических документов при проведении научно-исследовательских и лабораторных работ;
- квалифицированная реализация на практике основных технологий получения современных материалов и наноматериалов в рамках сотрудничества (совместной работы) с исследовательскими, промышленными лабораториями, научно-техническими и технологическими центрами;
- разработка предложений по оптимизации существующих наукоемких методик получения материалов;

организационно-управленческая деятельность:

- участие в организации научно-исследовательских работ, контроль за соблюдением техники безопасности, проведение анализа научно-исследовательских работ обучающихся младших курсов и непрофильных работ, связанных с получением и характеристикой материалов и наноматериалов;

педагогическая деятельность:

- преподавание в общеобразовательных и профессиональных образовательных организациях.

В рамках проведения государственного экзамена выпускник овладевает следующими компетенциями:

общекультурные компетенции (ОК):

- способностью использовать основы философских знаний для формирования мировоззренческой позиции (ОК-1);
- способностью анализировать основные этапы и закономерности исторического развития общества для формирования гражданской позиции (ОК-2);
- способностью использовать основы экономических знаний в различных сферах жизнедеятельности (ОК-3);
- способностью использовать основы правовых знаний в различных сферах жизнедеятельности (ОК-4);

- способностью к коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языке для решения задач межличностного и межкультурного взаимодействия (ОК-5);
- способностью работать в коллективе, толерантно воспринимая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия (ОК-6);
- способностью к самоорганизации и к самообразованию (ОК-7);
- способностью использовать методы и средства физической культуры для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности (ОК-8);
- способностью использовать приемы первой помощи, методы защиты в условиях чрезвычайных ситуаций (ОК-9);

общефессиональные компетенции (ОПК):

- способностью использовать современные методы химии, физики, математики, механики, биологии на уровне, необходимом для приобретения новых знаний с их использованием и решения задач, возникающих при выполнении профессиональных функций и имеющих естественнонаучное содержание (ОПК-1);
- способностью использовать практические навыки экспериментальной работы в областях неорганической, аналитической, органической и физической химии; химии и физики высокомолекулярных соединений; структурной химии и кристаллохимии; общей физики; физики конденсированного состояния и механики материалов, позволяющие эффективно работать в различных экспериментальных областях наук о материалах и в современной технологии материалов (ОПК-2);
- способностью комплексного использования базовых методов анализа веществ и материалов (включая наноматериалы) и протекающих при их получении и эксплуатации процессов с корректной интерпретацией полученных результатов (ОПК-3);
- способностью использования феноменологических, математических и численных (альтернативных) моделей для описания и прогнозирования различных явлений, осуществление их качественного и количественного анализа (ОПК-4);
- способностью формулирования задач, связанных с реализацией профессиональных функций, а также использования для их решения методов изученных наук (ОПК-5);
- способностью использовать современные достижения материаловедения и физическими принципами работы современных технических устройств, используемых при выполнении профессиональных функций (ОПК-6);
- готовностью к участию в проведении научных исследований, начиная от планирования проводимых экспериментов до обобщения, оформления и публичного представления полученных результатов (ОПК-7);
- способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности (ОПК-8).

профессиональные компетенции (ПК):

- научно-исследовательская деятельность:
- способностью использовать основные современные методологические, теоретические и экспериментальные подходы к проведению научных исследований по выбранному профилю программы (ПК-1);
- производственно-технологическая деятельность:

- готовностью к использованию синтетических и приборно-аналитических навыков, позволяющих
 - работать в различных областях современной технологии, связанных с решением материаловедческих
 - задач (ПК-2);
 - готовностью использовать общие представления о структуре химико-технологических систем и
 - типовых химико-технологических процессов и производств для анализа взаимодействия технологий и
 - окружающей среды (ПК-3);
 - способностью к оптимизации и реализации основных технологий получения современных материалов (ПК-4);
- организационно-управленческая деятельность:*
- способностью организовать работу в соответствии с требованиями безопасности и охраны труда (ПК-5);
 - готовностью к принятию решений по защите производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий и применения современных средств поражения, а также принятия мер по ликвидации их последствий (ПК-6);
 - способностью к быстрой и качественной разработке бизнес-планов и проведению предварительных маркетинговых исследований для коммерциализации продуктов интеллектуальной (теоретической, научной и экспериментальной) деятельности, перспективной оценке экономической эффективности научно-исследовательских и научно-производственных работ в области наук о материалах и нанотехнологий (ПК-7);
- педагогическая деятельность:*
- способностью использовать методы преподавания химии и физики в общеобразовательных и профессиональных образовательных организациях, теоретические и психолого-педагогические основы управления процессом обучения, к формированию учебного материала, чтению лекций, проведению семинаров, преподаванию и руководству научно-исследовательских работ обучающихся (ПК-8).

4. Перечень основных учебных модулей (дисциплин) образовательной программы или их разделов и вопросов, выносимых для проверки на государственном экзамене:

(программа государственного экзамена)

В программу государственного экзамена включены вопросы по дисциплинам: "Материалы - прошлое, настоящее, будущее", "Физико-химия и технология материалов», «Физика конденсированных сред» и «механика материалов».

Программы этих дисциплин состоят из двух частей. Основная часть – теоретическая - содержит основные понятия и навыки, которыми должен владеть студент.

Вопросы билетов государственного междисциплинарного экзамена формируются по трем разделам:

- первый вопрос билета – по химии материалов (на основании списка наиболее значимых вопросов по дисциплинам: "Материалы - прошлое, настоящее, будущее" и "Физико-химия и технология материалов»);
- второй вопрос билета – по физике конденсированных сред (на основании списка наиболее значимых вопросов по всем дисциплинам физики конденсированных сред и твердого тела);
- третий вопрос экзаменационного билета – по механике материалов (на основании списка наиболее значимых вопросов по всем дисциплинам механики материалов).

МАТЕРИАЛЫ - ПРОШЛОЕ, НАСТОЯЩЕЕ, БУДУЩЕЕ

Классификация материалов по составу и функциональным свойствам. элементарная ячейка, типы сингоний, координационное число, координационный полиэдр, число формульных единиц в элементарной ячейке. Кристаллические решетки Бравэ. Типы кубических элементарных ячеек. Плотнейшие шаровые упаковки и кладки, типы пустот. Основные структурные типы, расчет количества формульных единиц в элементарной ячейке и теоретической плотности вещества. Материалы на основе галогенов: тефлон, поливинилхлорид. Полимерные материалы: природные и синтетические полимеры, полиэтилен, полипропилен, поливинилхлорид, тефлон. Сравнение механических свойств керамических, металлических и полимерных материалов. Применение галогенов и их соединений в промышленности. Основные понятия зонной теории твердого тела. Формирование энергетических зон, валентная зона, зона проводимости, запрещенная зона, уровень Ферми. Зонная структура металлов, полупроводников и изоляторов. Зависимость электропроводности металлов и полупроводников от температуры. Материалы на основе халькогенов. Классификация оксидных материалов по функциональным свойствам, ионные и ковалентные оксиды. Огнеупорные оксидные материалы: кремнеземистые, алюмосиликатные, доломитовые, магнезиальные, цирконистые. Основные типы оксидных магнитных материалов. Семейства высокотемпературных сверхпроводников на основе сложных купратов, эффект Мейсснера. Материалы на основе сульфидов, селенидов и теллуридов. Квантовые точки, их синтез и применения. Применение метода Чохральского для получения монокристаллов полупроводников. Термоэлектрические материалы, эффекты Зеебека и Пельтье. Материалы на основе пниктогенов, элементов подгруппы углерода и бора. Алмаз, графит и его применение. Композитные материалы. Потенциальные применения фуллеренов и углеродных нанотрубок. Кремний и его применение. Карбид кремния и его применение. Принцип работы свинцовых аккумуляторов. Применение материалов на основе диоксида олова. Устройство и принцип действия солнечных батарей, p-n переход. Применение бора и его соединений.

ФИЗИКО-ХИМИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ МАТЕРИАЛОВ

Дефекты кристаллического строения материалов. Точечные дефекты, квазихимическая модель. Дислокации. Упругая энергия дислокации. Плотность дислокаций. Формула Холла-Петча. Механизмы зарождения и размножения дислокаций. Дефекты упаковки, двойниковые дефекты. Оценка энергии дефекта упаковки по ширине растянутой дислокации. Взаимодействие различных дефектов. Границы зерен. Сегрегация примесей в поликристаллическом материале.

Механизмы пластической деформации. Разрушение материалов. Фазовые превращения в материалах. Основные технологические операции на пути от вещества к материалу. Методы гомогенизации физические и химические. Прекурсоры. Классификация фазовых превращений. Фазовая диаграмма и микроструктура материала. Микроморфология эвтектических и перитектических композитов. Дендритная ликвация. Термическая обработка материалов. Закалка без полиморфного превращения. Закалка на мартенсит. Кристаллогеометрия и термодинамика мартенситного превращения. Мартенситные превращения в металлических и неметаллических системах. Эвтектоидный распад в сталях. ТТТ-диаграмма. Основные разновидности отжига 2-го рода. Отжиг 1-го рода. Рекристаллизация. Основные модели процесса спекания. Спекание и структурно-чувствительные свойства керамики. Распад пересыщенного твердого раствора по спинодальному механизму и механизму образования и роста зародышей. Термодинамика процессов распада, роль упругой энергии. Старение материалов естественное и искусственное. Образование и строение зон Гинье-Престона. Природа упрочнения при дисперсионном старении. Принципы химико-термической обработки. Низкотемпературная термомеханическая обработка. Высокотемпературная термомеханическая обработка. Образование и рост новой фазы. Механизмы атомно-молекулярных процессов кристаллизации. Зависимости скорости роста от величины пересыщения в случае нормального роста, спирального роста, механизма с образованием зародышей. Развитие граней кристалла: теорема Гиббса-Вульфа. Габитус кристалла с точки зрения РВС-теории. Термодинамика выделения фазы, принцип Данкова-Конобеевского. Гетерогенное зародышеобразование. Переохлаждение и кривизна ростового фронта. Распределение примеси по длине растущего из расплава кристалла. Техническое оформление основных методов роста кристаллов из расплава. Процессы литья. Направленная кристаллизация. Условие стабильности интерфейса при направленной кристаллизации. Теория эвтектического роста. Рост кристаллов из пара. Выбор условий роста кристаллов на основе Р-Т-х диаграммы. Явление эпитаксии. Сравнение качества кристаллов, выращенных различными методами. Планарная технология в микроэлектронике. Последовательность формирования диффузионно-планарной структуры и характеристика основных технологических операций. Основные тенденции современного материаловедения.

ФИЗИКА КОНДЕНСИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ

Структура кристаллов, вектор трансляции, базис, элементарная ячейка, решетки Бравэ. Построение ячейки Вигнера-Зейтца. Обратная решетка. Первая зона Бриллюэна. Тепловые свойства твердых тел. Волны в кристаллической решетке (фононы). Упругие волны в цепочке из одинаковых атомов. Упругие волны в двухатомной цепочке. Понятие об акустических и оптических фононах. Квазиимпульс фононов. Локальные фононные колебания. Теплоемкость кристаллической решетки. Модель Дебая. Температура Дебая. Электронные свойства твердых тел. Классическая теория свободного электронного газа в твердом теле. Статическая электропроводность. Волновая функция электрона в кристалле. Блоховские волны. Квазиимпульс. Зоны Бриллюэна. Основы теории электронных энергетических зон. Энергетическая щель в модели почти свободных электронов. Приближение «сильной связи». Зонная структура металлов, полупроводников и

диэлектриков. Строение поверхности Ферми в модели почти свободных электронов. Электронные, дырочные и открытые орбиты при движении электронов в магнитном поле. Свойства дырок. Эффективная масса. Циклотронная эффективная масса. Общие представления о полупроводниках и их классификация. Энергетические уровни дефектов в полупроводниках. Мелкие, глубокие и резонансные уровни. Водородоподобная модель примеси. Равновесная функция распределения электронов и дырок по состояниям. Вырожденные и невырожденные полупроводники. Вычисление концентраций свободных электронов и дырок. Интегралы Ферми. Уравнение электронейтральности. Статистика носителей заряда в собственном полупроводнике. Свойства p-n переходов. Магнитные свойства твердых тел. Парамагнетизм. Классическая теория Ланжевена. Закон Кюри. Спин электрона. Магнитные свойства атомов. Спиновый и орбитальный магнетизм. Квантовая теория парамагнетизма. Ферромагнетизм и антиферромагнетизм. Обменное взаимодействие. Типы магнитного упорядочения (ферромагнетики, антиферромагнетики, ферримагнетики). Ферромагнитные домены и магнитный гистерезис. Магнитокристаллическая анизотропия. Намагниченность насыщения. Толщина и энергия переходной области между доменами. Закон Кюри-Вейсса выше температуры магнитного упорядочения. Сверхпроводимость. Критические температура, магнитное поле, ток. Эффект Мейсснера. Электрон-фононное взаимодействие. Куперовские пары. Основные положения теории сверхпроводимости Бардина-Купера-Шриффера. Глубина проникновения магнитного поля в сверхпроводник. Сверхпроводники 1-го и 2-го рода. Вихри Абрикосова. Размагничивающий фактор. Промежуточное состояние, разрушение сверхпроводимости током и магнитным полем. Молекулярно-лучевая эпитаксия и технология получения полупроводниковых сверхрешеток, гетероструктур и квантовых ям. Состояния электрона в прямоугольной потенциальной яме. Размерное квантование, энергетический спектр одно- и двумерных электронов. Плотность электронных состояний в структурах разной размерности. Сверхрешетки и их классификация. Энергетический спектр сверхрешетки, минизоны. Квантовые нити и квантовые точки, методы их получения. Физические явления в квантовых нитях и точках.

МЕХАНИКА МАТЕРИАЛОВ

Динамика твердого тела. Дифференциальное уравнение вращения твердого тела. Опытное определение моментов инерции тел. Динамика плоского движения твердого тела. Аналитическая статика. Принцип Германа-Эйлера-Даламбера для материальной точки и для системы точек. Определение динамических реакции подшипников при вращении твердого тела вокруг неподвижной оси. Аналитическая динамика. Связи и их классификация. Элементарная работа силы на возможном перемещении. Принцип возможных перемещений. Обобщенные координаты, обобщенные скорости и обобщенные силы. Общее уравнение динамики. Уравнение Лагранжа второго рода. Теория удара. Явление удара. Коэффициент восстановления при ударе. Теорема об изменении количества движения системы и о движении центра масс для удара. Прямой центральный удар двух тел. Потеря кинетической энергии при ударе двух тел. Теорема Карно. Теорема об изменении момента количества движения системы при ударе. Центр удара. Примеры действия ударных сил. Динамика точки переменной массы.

Уравнение Мещерского. Первая задача Циолковского. Вторая задача Циолковского. Различные виды воздействий на среды и материал – силовые (статические, динамические, ударные, поверхностные и массовые), воздействия температурных, радиационных и других полей. Реакция материала на воздействие. Понятие об основных механических свойствах сред и материалов. Одномерные структурно-механические модели, иллюстрирующие основные механические свойства материалов. Свойства упругости. Определяющие соотношения линейно-упругого изотропного материала (закон Гука); механический смысл модулей упругости. Различные формы записи закона Гука для изотропного материала. Экспериментальные методы определения модулей упругости изотропного упругого материала. Свойства пластичности. Различные виды диаграмм деформирования; характерные точки на диаграммах деформирования.

Понятие о простом и сложном нагружении материала. Представление процессов нагружения и деформирования в соответствующих пространствах напряжений и деформаций. Определяющие соотношения деформационной теории пластичности. Различие сдвигового и объёмного деформирования материала. Экспериментальное построение зависимости между интенсивностью напряжений и интенсивностью деформаций. Упругопластическое поведение материала при сложном нагружении (некоторые характерные экспериментальные данные). Понятие о реологическом поведении материала; вязкая жидкость, вязкоупругий материал. Характерные экспериментальные данные. Простейшие модели линейной вязкоупругости (запись определяющих соотношений интегральной и дифференциальной формах). Характерные свойства кривых ползучести и релаксации. Ползучесть металлов и сплавов (типичные экспериментальные данные). Простейшие определяющие соотношения теории ползучести; какие эффекты они описывают.

4.1. Перечень вопросов к Государственному экзамену

ХИМИЯ

1. Щелочные металлы и их соединения в технике и технологии. Щелочноземельные металлы и их соединения в современных материалах.
2. Бор, алюминий, галлий, индий, таллий и их соединения в современной технике и технологии.
3. Материалы на основе d- и f- элементов. Материалы на основе 3d-элементов.
4. Галогенидные материалы. Халькогенидные материалы.
5. Материалы на основе элементов 4-й группы периодической системы и их соединений.
6. Точечные дефекты в кристаллах, основные типы, квазихимическая модель, энергия образования точечных дефектов.
7. Ионизация точечных дефектов. Точечные дефекты и электропроводность материала. Точечные дефекты и массоперенос.
8. Равновесные концентрации точечных дефектов в кристаллах. Образование точечных дефектов. Ассоциация точечных дефектов.

9. Фазовые равновесия. Основные понятия: система, компонент, фаза, степень свободы. Условия равновесия фаз. Правило фаз Гиббса.
10. Фазовые диаграммы однокомпонентных систем.
11. Фазовые диаграммы Т-х двухкомпонентных систем, связь фазовых диаграмм с термодинамическими характеристиками систем
12. Понятие о Р-Т-х фазовых диаграммах и их изображении на плоскости (проекции и сечения).
13. Основные виды конгруэнтных и инконгруэнтных равновесий. Правило рычага.
14. Способы графического изображения фазовых диаграмм трехкомпонентных систем. Квазибинарные разрезы. Принцип триангуляции.
15. Физико-химический анализ и его основные принципы.
16. Фазовая диаграмма и микроструктура материала. Микроструктура эвтектических и перитектических композитов.
17. Термодинамика выделения новой фазы, гомогенное и гетерогенное зародышеобразование.
18. Кинетика образования и роста зародышей новой фазы. Уравнение Фольмера. Связь скоростей образования и роста зародышей с термодинамическим пересыщением системы.
19. Распад пересыщенного твердого раствора по спинодальному механизму и механизму образования и роста зародышей.

ФИЗИКА

1. Структура кристаллов, вектор трансляции, базис, элементарная ячейка, индексы Миллера, решетки Бравэ.
2. Акустические и оптические колебания решетки. Фононы. Температура Дебая.
3. Теплоемкость кристаллической решетки. Модель Дебая.
4. Волновая функция электрона в кристалле. Блоховские волны. Квазиимпульс. Зоны Бриллюэна.
5. Эффективная масса электрона в кристалле. Законы дисперсии и изоэнергетические поверхности.
6. Приближение почти свободных электронов: зонные схемы, заполнение зон Бриллюэна электронами.
7. Предположения и следствия метода сильной связи. Заполнение энергетических зон электронами (металлы, полупроводники и диэлектрики).
8. Движение электрона в постоянном магнитном поле: траектории движения, открытые и замкнутые орбиты, циклотронная эффективная масса.
9. Классификация полупроводников. Параметры зонной структуры полупроводниковых материалов.
10. Зонная структура классических полупроводников германия и кремния.
11. Мелкие, глубокие и резонансные уровни дефектов в полупроводниках. Водородоподобная модель примеси.

12. Равновесная функция распределения электронов и дырок по состояниям. Вырожденные и невырожденные полупроводники.
13. Вычисление концентраций свободных электронов и дырок. Интегралы Ферми.
14. Уравнение электронейтральности. Статистика носителей заряда в собственном полупроводнике.
15. Статистика носителей заряда в полупроводнике с одним типом примеси.
16. Основные механизмы рекомбинации и генерации неравновесных носителей заряда в полупроводниках. Инжекция в p-n-переходе. Максвелловское время релаксации.
17. Уравнение непрерывности и примеры его использования (линейная рекомбинация, релаксация избыточной концентрации при наличии внешнего возбуждения).
18. Сверхпроводимость. Критическая температура, магнитное поле, ток. Эффект Мейсснера.
19. Электрон-фононное взаимодействие. Куперовские пары. Основные положения теории сверхпроводимости Бардина-Купера-Шриффера.
20. Глубина проникновения магнитного поля в сверхпроводник. Сверхпроводники 1-го и 2-го рода. Вихри Абрикосова.
21. Молекулярно-лучевая эпитаксия и технология получения полупроводниковых сверхрешеток, гетероструктур и квантовых ям.
22. Размерное квантование, энергетический спектр двумерных электронов. Плотность электронных состояний в двумерных структурах.
23. Сверхрешетки и их классификация. Энергетический спектр сверхрешетки, минизоны.

МЕХАНИКА

1. Сложное движение материальной точки. Теорема Кориолиса. Движение твердого тела. Углы Эйлера.
2. Законы Ньютона для материальной точки и твёрдого тела. Законы сохранения энергии, импульса, момента импульса. Силы инерции. Связи – идеальные, реономные и склерономные, голономные, неголономные. Уравнения Лагранжа второго рода.
3. Эйлерово и лагранжево описание движения. Траектории и линии тока. Мера деформаций Грина. Вектор перемещения. Тензор малых деформаций Коши. Формула Чезаро.
4. Тензор напряжений Коши. Формула Коши. Формула дифференцирования по подвижному материальному объёму (без доказательства). Уравнение неразрывности. Уравнения движения. Симметрия тензора напряжений.
5. Модель идеальной жидкости. Уравнения Эйлера. Полная система уравнений. Типичные граничные условия. Уравнения Эйлера в форме Громеки-Лэмба.

- Интеграл Бернулли. Примеры. Потенциальные течения. Интеграл Коши-Лагранжа.
6. Модель линейно-вязкой несжимаемой жидкости. Уравнения Навье-Стокса. Полная система уравнений. Условие прилипания на границе с твердым телом. Течение Пуазейля в цилиндрической трубе. Число Рейнольдса. Понятие о ламинарном и турбулентном режимах течения.
 7. Определяющие параметры явления. Класс систем единиц. Размерность физической величины. П-теорема. Моделирование физических процессов. Критерии подобия. Примеры.
 8. Обобщенный закон Гука. Потенциал линейно-упругого тела. Упругие модули и упругие податливости. Различные случаи упругой анизотропии.
 9. Постановка задачи теории упругости в перемещениях. Уравнения Ламе.
 10. Постановка задачи теории упругости в напряжениях. Уравнение Бельтрами-Митчелла.
 11. Принцип суперпозиции. Тождество Бетти. Теорема взаимности Бетти.
 12. Полуобратный метод Сен-Венана. Задача о кручении круглого цилиндрического стержня. Основные гипотезы.
 13. Полуобратный метод Сен-Венана. Задача о чистом изгибе балки. Основные гипотезы. Техническая теория изгиба балок. Основные гипотезы. Главные векторы силы и момента. Статические моменты. Дифференциальное уравнение упругой линии балки. Перемещения при изгибе.
 14. Полуобратный метод Сен-Венана. Задача о растяжении стержня под действием собственного веса
 15. Плоские задачи теории упругости. Плоская деформация и плоское напряженное состояние. Обобщенное плоское напряженное состояние. Задача Ламе о круглой трубе под действием внутреннего и внешнего давления.
 16. Простейшие механические модели вязкоупругого поведения. Модель Максвелла. Модель Фойгхта. Ползучесть и релаксация. Определяющие соотношения для цепочек моделей Максвелла и Фойгхта.
 17. Основные положения теории течения. Понятие о поверхности текучести. Условия пластичности. Критерии Треска и Мизеса. Ассоциированный закон течения. Идеальная пластичность. Упрочнение упругопластических тел. Эффект Баушингера.
 18. Трещины. Основы теории Гриффитса. Основные идеи механики разрушения. Коэффициенты интенсивности напряжений. Трещиностойкость.
 19. Принцип эквивалентной гомогенности в механике композиционных материалов. Процедура осреднения по объёму. Понятие об эффективных характеристиках среды. Формулы смесей (одномерные и плоские).
 20. Энергетические принципы в МДТТ. Теоремы Лагранжа и Кастельяно.
 21. Формула Эшелби.
 22. Специальные краевые задачи упругости для композитов. «Вилка» Фойгта-Рейсса.

4.2. Методические рекомендации по проведению государственного экзамена

Итоговый государственный экзамен представляет собой междисциплинарный экзамен по химии, физике и механике материалов. Форма сдачи – письменный экзамен длительностью 4 часа. Каждый экзаменуемый получает по одному билету из каждого раздела. Экзаменуемый может воспользоваться справочной литературой, находящейся в аудитории госэкзамена, один раз в течение экзамена. Вопросы построены с учетом возможных междисциплинарных связей и охватывают комплекс операций, обеспечивающих интеграцию в профессиональной деятельности. Для написания ответов на вопросы билетов используется специально проштампованная бумага. В случае разногласия у членов ГИА при выведении оценки, экзаменуемый может быть подвергнут дополнительному устному опросу по программе экзамена. Результаты госэкзамена должны быть доведены до студентов в течение трех дней после проведения госэкзамена.

3. Оценка письменных ответов.

При оценке письменных ответов государственная аттестационная комиссия руководствуется следующими основными критериями в пределах программы государственных экзаменационных испытаний:

1. **знание** основных целей, объектов и методов наук о материалах, современных методы химии, основных разделов физики конденсированного состояния веществ и механики на уровне, необходимом для приобретения новых знаний с их использованием и решения задач, возникающих при выполнении профессиональных функций;
2. **владение** современными достижениями материаловедения и физическими принципами работы современных технических устройств, используемых при выполнении профессиональных задач, навыками использования основных законов и принципов физики твердого тела в важнейших практических приложениях, основным понятийным и основами математического аппарата механики материалов.
3. **умения** выстраивать взаимосвязь между свойствами веществ и применениями материалов на их основе; планировать синтез материала с заданными свойствами на основе данного вещества, решать задачи, связанные с применением теоретических основ физики твердого тела и основными разделами механики материалов; умение владеть монологической речью, логичность и последовательность ответа, умение устанавливать диалог с членами аттестационной комиссии, выражать свое мнение по обсуждаемому вопросу.

Критерии оценки знаний

Оценка «отлично» - ставится, если студент демонстрирует глубину и полноту овладения материалом, вынесенных на междисциплинарный государственный экзамен дисциплин, в которых он легко ориентируется, владеет понятийным аппаратом, умеет связать знания с практикой профессиональной деятельности, высказывает и обосновывает свои суждения грамотно, умеет логично изложить материал

Отметкой «хорошо» оценивается ответ, обнаруживающий прочные знания основных теоретических вопросов, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; показывающий владение студентом терминологическим аппаратом, умение объяснять сущность, явлений, процессов, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, подтверждая теорию практикой; ответ должен удовлетворять требованиям логичности и последовательности. Допускаются одна - две неточности в ответе.

Оценка «удовлетворительно» - есть знания и понимание основных положений учебных курсов и дисциплин, вынесенных на междисциплинарный государственный экзамен, но изложения материала неполно, непоследовательно, допускаются неточности в определениях и понятиях, в применении знаний для решений практических задач не умеет обосновать свои выводы.

Оценка «неудовлетворительно» - получает студент, обнаруживший незнание сущности вопроса, не владеющий базовыми понятиями и категориями, не умеющий связать знания с практикой, студент показывает неспособность давать аргументированные ответы, демонстрирует слабое владение монологической речью, в ответе отсутствуют логичность и последовательность. Допущено более трех грубых ошибок в содержании ответа.

При оценке квалификационных бакалаврских работ принимается во внимание участие студента в конференциях, наличие публикаций в научных журналах, в которых студент является соавтором.

5. Требования к выпускной квалификационной работе

Выпускная квалификационная работа выполняется в виде бакалаврской работы.

Структура выпускной квалификационной работы и требования к ее содержанию.

В выпускной работе студент должен показать умение формулировать и ставить задачи своей деятельности при выполнении квалификационной работы, собирать и анализировать литературу; умение эффективно использовать экспериментальные методы и аппаратуру, необходимые для выполнения работы; владение современными методами анализа и интерпретации полученной научной информации; умение формулировать объективные выводы и рекомендации по итогам проведенной работы; владение научным стилем речи.

Структура выпускной квалификационной работы отражает ход научного исследования и должна соответствовать представленной схеме:

1. Обоснование актуальности выбранной темы.
2. Постановка цели и конкретных задач исследования.
3. Определение объекта и предмета исследования.
4. Выбор методов (методики) проведения исследования.
5. Описание процесса исследования.
6. Обсуждение результатов исследования.
7. Формулирование выводов и оценка полученных результатов.

Основные требования к содержанию выпускной квалификационной работы:

Выпускные квалификационные работы на соискание степени бакалавра по направлению 04.03.02 «Химия, физика и механика материалов» выполняются в различных лабораториях химического, физического и биологического факультетов Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова, а также в научно-исследовательских институтах Российской академии наук и Академии наук Республики Таджикистан. Как правило, работа на соискание степени бакалавра включает в себя синтез нового материала (химическая часть), исследование его функциональных свойств, например, механических, электрофизических, магнитных. Во многих работах содержатся также теоретические расчеты, предваряющие эксперимент, либо обосновывающие его результаты. Представленная к защите выпускная квалификационная работа должна быть актуальной, учитывать потребности современного материаловедения.

Написание бакалаврской работы – это систематизированное, обстоятельное, отвечающее ее плану изложение студентом основных сведений по теме, содержащие анализ научных концепций, практику (экспериментальную) часть, отражающее понимание и оценки студентом соответствующих проблем, его предложения по их решению.

Общими требованиями к выпускной квалификационной работе являются:

- работа содержит как теоретическую, так и практическую направленность;
- тематика бакалаврских работ может иметь междисциплинарный характер в области химии, физики и механики материалов;
- четкость и логическая последовательность изложения материала;
- убедительность аргументации;
- краткость и точность формулировок, исключающих возможность неоднозначного толкования;
- конкретность изложения результатов работы;
- обоснованность рекомендаций и предложений.

В бакалаврской работе студент должен: показать умение лаконично и аргументировано излагать материал самостоятельно выполненной работы в областях химии, физики и механики, связанных с получением и исследованием современных материалов и наноматериалов, продемонстрировать широкие знания разнообразных конструкционных и функциональных материалов, технологий их получения и методов характеристики, умение осуществлять фундаментальные научные разработки; умение комплексного использования базовых методов анализа веществ и материалов (включая наноматериалы) и протекающих при их получении и эксплуатации процессов с корректной интерпретацией полученных результатов, способность использовать современные достижения материаловедения и физические принципы работы современных технических устройств; готовностью к участию в проведении научных исследований, начиная от планирования проводимых экспериментов до обобщения и оформления полученных результатов; способность самостоятельно решать стандартные задачи профессиональной деятельности с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности.

В первой главе ВКР выпускник должен обосновывать необходимость проведения исследования и уровень научной разработанности темы, указать авторов, работы которых легли в основу исследования студента. Введение также должно содержать информацию о теоретической и практической значимости

исследования. Выпускник должен указать используемые методы исследования, которые определяются целями и задачами работы, раскрыть суть проблемы, состояние ее разработки в теории изучаемой отрасли, дать краткую характеристику имеющихся научных работ по теме выпускной квалификационной работы, представить сравнительный анализ ранее существующих подходов с ныне действующим.

Содержание второй и последующих глав носит более конкретный характер. В этих главах реализуется основной замысел работы, дипломник проводит подробный анализ предмета исследования. Содержание глав должно точно соответствовать теме работы и полностью ее раскрывать. Любой вопрос должен состоять из тех же частей, что и сама работа (введения – основная часть – вывод). В этой части работы дипломник должен показать умение сжато и аргументировано излагать материал, учитывая при этом следующее: из собранной информации необходимо использовать только ту, которая содержит данные, позволяющие раскрыть предмет исследования; материал следует излагать своими словами, дословное переписывание источников не допускается; приводимые в тексте цитаты необходимо сопровождать сносками.

При работе над основной частью работы выпускник должен помнить и следовать поставленным целям и задачам. Необходимо следить за отсутствием чрезмерных отступлений от основной идеи работы, которые бросаются в глаза рецензенту. При написании основной части фиксируются итоги поиска необходимых источников. При этом недопустимо формировать работу только на основе одного или нескольких учебников и, тем более, только за счет текста закона. Такая работа не будет признана соответствующей требованиям. Если в работе имеются расчеты с применением вычислительной техники, таблицы или графики, то их следует вынести в приложение. Объем этой части дипломной работы – 50-60% общего объема.

Заключение должно содержать выводы, обобщенное изложение основных рассмотренных проблем, авторскую оценку работы с точки зрения решения задач, поставленных в дипломной работе, данные о практической эффективности внедрения рекомендаций. Могут быть указаны перспективы дальнейшей разработки темы. Выводы в заключении должны строго соотноситься с общей целью и конкретными задачами, обозначенными во введении. Важно доказать, что поставленные задачи решены и цель достигнута. Если проведенное исследование не достигло цели, необходимо отметить насколько дипломнику удалось приблизиться к решению данных задач и имеется ли возможность решить их полностью или частично. Вывод в заключении не должен представлять собой механического суммирования резюме, содержащихся в конце глав. В заключении должен содержаться общий итог всего исследования, его конечный результат.

Заключение выпускной квалификационной работы должно придать работе заверченный характер. Необходимо охарактеризовать решение задач и лишь потом сформулировать вывод о достижении целей. Примерный объем заключения 5-10% от общего объема работы.

В целом, в учебно-исследовательской работе бакалавр должен продемонстрировать умение пользоваться научной и справочной литературой, владение понятийно-терминологическим аппаратом и основными методами физико-химического анализа.

Примерная тематика и порядок утверждения тем выпускных квалификационных работ

1. Формирование и исследование наноструктурированного материала для медицинских изделий типа "стент" и "кава-фильтр".
2. Механические свойства аморфных сплавов на основе железа.
3. Синтез и сорбционные свойства пористых углеродных материалов, полученных термолизом цинкосодержащих металлоорганических соединений.
4. Реакционная печать серебра как метод формирования датчиков гигантского комбинационного рассеяния на гибких носителях.
5. Халькогенид-галогениды редкоземельных элементов – переходных металлов как новые представители класса структур гость – хозяин и потенциальные новые магнетики.
6. Стеклообразование и кристаллизация в системах на основе фторидов циркония и гафния.
7. Биоактивные плазменные композиционные покрытия на основе титана для внутрикостных имплантатов.
8. Синтез и рентгенография кристаллических соединений, полученных в борфосфатных гидротермальных системах.
9. Утилизация теплоты сбросовых промышленных газов с целью получения холода в крупномасштабных адсорбционных холодильных камерах.
10. Синтез пленок $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$ /оксид графита методом Ленгмюра-Блоджетт для применения в фотовольтаических устройствах.
11. Получение продуктового газа с пониженной температурой при разделении газовой смеси по способу безнагревной короткоцикловой адсорбции.
12. Эксергетический анализ процесса разделения бинарной газовой смеси по способу безнагревной короткоцикловой адсорбции.
13. Математическое моделирование адсорбционно-десорбционного холодильного цикла на основе композитных сорбентов типа соль/пористая матрица с использованием жидкого теплоносителя на стадии десорбции.
14. Оценка эффективности распределения потока кислорода в схеме конверсии метана при сопряжении каталитических и механических процессов.
15. Синтез и исследование люминофоров $\text{Ca}_8\text{MR}(\text{PO}_4)_7:\text{Eu}^{3+}$.
16. Математическое моделирование адсорбционно-десорбционных циклов с использованием солнечной радиации и водоселективных сорбентов SWS – 1 и Фуджи RD в климатических условиях Таджикистана.
17. Синтез диоксида марганца методом гомогенного гидролиза в присутствии меламина.
18. Структура, механические свойства биоактивных плазменных покрытий из гидроксиапатита.
19. Термодинамические свойства водных растворов нитрата и сульфата скандия.
20. Получение и свойства наночастиц гидроксиапатита.
21. Сорбция радия на частицах гидроксиапатита.
22. Утилизация энергии пара низких параметров путем компремирования реакционного газа в технологии получения синтез газа конверсией метана
23. Повышение чистоты продуктивного газа в процессе безнагревной короткоцикловой адсорбции с использованием эжектора

24. Утилизация низкопотенциальной теплоты сбросового газа промышленных предприятий с целью получения холода в крупномасштабных установках
25. Утилизация солнечной энергии в адсорбционных циклах для получения холода в маломасштабных установках.
26. Изготовление дифракционных решеток методом осаждения коллоидных микрочастиц
27. Механические свойства наноструктурного нитинола.
28. Структура и водородопроницаемость мембранной фольги сплава Pd-Pb.
29. Синтез, строение, диэлектрические и оптические свойства витлокитоподобных фосфатов $\text{Ca-8MBi}(\text{PO}_7)_7$, $\text{M}=\text{Mg, Zn, Cd}$.
30. Структура и механические свойства плазменных покрытий системы Fe-B-Ni.
31. Синтез и структура керамического композита на основе фосфатов магния и кальция
32. Получение и исследование люминофоров $\text{Sr}_9\text{R}(\text{PO}_4)_7:\text{Eu}^{3+}\text{Yb,Lu}$.
33. Тройные соединения в системе Tm-Ag-Sn.
34. Гидротермальный синтез феофосфатов лития с определенной морфологией
35. Влияние больших пластических деформаций на структуру и свойства магнитного сплава Fe-Ni.
36. Синтез квантовых точек для бионалитических применений.
37. Исследования макро, микроструктуры и примесного состава стали 109МФБ-III для энергетических установок.

Организация работы по подготовке выпускных квалификационных работ

Подготовка к выполнению выпускной квалификационной работы организуется выпускающей кафедрой (кафедрой фундаментальных и естественных наук филиала). Кафедра определяет тематику бакалаврских работ, ежегодно обновляет её и утверждает на Совете факультета. Темы работ должны быть актуальными, соответствующими проблематике научных исследований кафедры и сложившимся научным интересам студентов. Перечень тем выпускных работ доводится до сведения студентов в конце 3 курса.

Руководителями бакалаврских работ назначаются преподаватели кафедр факультета наук о материалах, химического, физического факультетов МГУ имени М.В. Ломоносова в городе Москве или преподаватели кафедр филиала МГУ в городе Душанбе, имеющие научные степени, успешно занимающиеся научными и научно-методическими исследованиями. При необходимости (междисциплинарная проблематика работы) в качестве консультантов могут назначаться специалисты соответствующей квалификации других кафедр.

Закрепление за студентами тем бакалаврских работ и назначение руководителей производится кафедрой не позднее начала седьмого семестра (не позднее октября последнего учебного года). Консультанты могут быть назначены в более поздний срок. Окончательное утверждение тем, руководителей и консультантов осуществляется деканом естественнонаучного факультета.

Преподаватели кафедры разрабатывают методические рекомендации с указанием требований к бакалаврской работе. Студенты обеспечиваются методическими рекомендациями до начала выполнения квалификационной работы. Руководитель выпускной работы формирует задание, рекомендует студенту

необходимую основную литературу, проводит систематические консультации, проверяет выполнение работы.

Порядок защиты выпускной квалификационной работы

Защита происходит на открытом заседании ГЭК, присутствовать, задавать вопросы и участвовать в обсуждении работы могут все желающие.

Регламент защиты следующий:

- выступление студента – 10 минут;
- ответы на вопросы присутствующих – 7-10 минут;
- отзыв научного руководителя – 1-2 минуты;
- отзыв внутреннего рецензента – 4-5 минут;
- ответы студента на замечания рецензента – 5-7 минут;
- научная дискуссия – 5-7 минут.

Выступление студента на публичной защите выпускной квалификационной работы (слово для защиты) содержит краткую характеристику работы: объекта и предмета исследования, актуальности, научной новизны, теоретической и практической значимости работы, цели, задач и методов исследования с анализом результатов.

На защите выступают научный руководитель и рецензенты, дающие оценку работе.

Обязательной в процессе защиты является научная дискуссия, в ходе которой, отвечая на вопросы членов Государственной экзаменационной комиссии, студент должен продемонстрировать научную компетентность и защитить основные результаты своего диссертационного исследования.

Оценка выпускной квалификационной работы производится на закрытом заседании ГАК и объявляется после окончания защиты всех студентов в тот же день.

6. Рекомендуемая литература

6.1. Основная литература

по разделу «Химия»:

1. Г. Готтштайн. Физико-химические основы материаловедения. М.: БИНОМ, 2009.
2. А.Н. Орлов. Введение в теорию дефектов в кристаллах. М.: Высшая школа, 1983.
3. Ю.Д. Третьяков, В.И. Путляев. Введение в химию твердофазных материалов. М., МГУ (Классический университетский учебник), 2006.
4. 5. А.В. Кнотько, И.А. Пресняков, Ю.Д. Третьяков. Химия твердого тела. М., «Академия», 2006.
5. Г. Готтштайн. Физико-химические основы материаловедения. М.: БИНОМ, 2009.
6. M. Barsoum. Fundamentals of ceramics, IoP, 2003
7. M. Barsoum. Fundamentals of ceramics, IoP, 2003
8. А.В. Кнотько, И.А. Пресняков, Ю.Д. Третьяков. Химия твердого тела. М., «Академия», 2006

По разделу «Физика конденсированных сред»:

9. Ч. Киттель. Введение в физику твердого тела. Москва, Наука, 1978.
10. Н. Ашкрофт, Н. Мермин. Физика твердого тела. Москва, Мир, 1979.
11. В.Л. Бонч-Бруевич, С.Г.Калашников. Физика полупроводников. Москва, Наука, 1990.
12. К.В. Шалимова. Физика полупроводников. Москва, Энергоатомиздат, 1985; С.-Петербург, Лань, 2010.
13. В.С. Вонсовский. Магнетизм. Москва, Наука, 1971.
14. В.В. Шмидт. Введение в физику сверхпроводимости. МНЦМР, Москва, 2000.
15. В.А. Кульбачинский. Двумерные, одномерные, нульмерные структуры и сверхрешетки. Москва, физический факультет МГУ, 1998.

По разделу «Механика материалов»:

1. Маркеев А.П. Теоретическая механика. М., ЧеРо, 1999, 572 с.
2. Седов Л.И. Механика сплошной среды. 1 т. М., МГУ, 1994, 528 с.
3. Мейз Дж. Теория и задачи механики сплошных сред. М., Мир, 1974, 319 с.
4. Кристенсен Р. Введение в механику композитов. М., 2013г., - 336 с.
5. Партон В.З. Механика разрушения: от теории к практике. М., Наука, 1990, 240 с.
6. Матвиенко Ю.Г. Модели и критерии механики разрушения. М., Физматлит, 2006, 328 стр.
7. Седов Л.И. Механика сплошной среды. 2 т. М., Лань, 2004, 560 стр.
8. Седов Л.И. Методы подобия и размерности в механике. М., Наука, 1977, 440 с.
9. Партон В.З., Морозов Е.Н. Механика упругопластического разрушения. М., Наука, 1985, 504 стр.
10. Aboudi J., Arnold S.M., Bednarczyk V.A. Micromechanics of Composite Materials. 1st Edition. — Butterworth-Heinemann, 2012. 984 p.

6.2. Дополнительная литература

1. А.Г. Гуревич. Физика твердого тела. С.-Петербург: «Невский диалект», 2004. – 318 с.
2. А.С. Василевский. Физика твердого тела. М.: «Дрофа», 2010. - 210 с.
3. Задачи по физике твердого тела. / Под ред. Г.Дж. Голдсмида. М.: «Наука», 1976.
4. А.Г. Чертов, А.А. Воробьев. Задачник по физике. М: Физматлит, 2007.
5. Мещерский И.В. Сборнику задач по теоретической механике. СПб. Изд-во «Лань», 2007.
6. И.И. Новиков. Теория термической обработки металлов. М.: Metallurgy, 1978.
7. Я.С. Уманский, Ю.А. Скаков. Физика металлов. М.: Атомиздат, 1978.
8. Бухгольц Н.Н. Основной курс теоретической механики. Часть 1. Кинематика, статика, динамика материальной точки: Уч.пос.-10е изд., стер. СПб. Изд-во «Лань», 2009.
9. Неорганическая химия (в 3 томах), под редакцией Ю.Д. Третьякова. М, Издательский центр «Академия», 2004-2007.
10. Б. Фахльман. Химия новых материалов и нанотехнологий. Долгопрудный: Издательский дом «Интеллект», 2011.

11. Г. Готтштайн. Физико-химические основы материаловедения. М., Бином. Лаборатория знаний, 2009.
12. И.И. Новиков. Дефекты кристаллического строения металлов. Изд-во «Металлургия», 1975.
13. Якубовский, Ч.А. Механика материалов : практикум : [учебное пособие для машиностроительных специальностей вузов] / Ч.А. Якубовский и А.Ч. Якубовский ; кол. авт. Белорусский национальный технический университет . - Минск : БНТУ, 2006. - 167 с. : ил.
14. Д. Шенберг. Магнитные осцилляции в металлах. Москва, Мир, 1986.
15. Амензаде Ю.А. Теория упругости. М., Высшая школа, 1976, 272 стр.
16. Р.Ф. Баррон. Криогенные системы. Москва, Энергоатомиздат, 1989.
17. Н.И. Яковлев. Бесконтактные электроизмерительные приборы для диагностирования электронной аппаратуры. Ленинград, Энергоатомиздат, 1990.
18. Ф. Мейзда. Электронные измерительные приборы и методы измерений (пер. с англ.). Москва, Мир, 1990.
19. Ч.Н.Р. Рао, Дж. Гопалакришнан. Новые направления в химии твердого тела Новосибирск Наука 1990
20. Р. Хоффман. Строение твердых тел и поверхностей: взгляд химика-теоретика Москва Мир 1990.
21. S.F.A. Kettle. Symmetry and Structure. Readable Group Theory for Chemists. 2nd ed. Chichester John Wiley & Sons. 1998.
22. F.A. Cotton Chemical Applications of Group Theory New York John Wiley & Sons. 1990.
23. Журнал "Materials Today".
24. Журнал "NanoToday".
25. Журнал "Российские нанотехнологии".
26. Physica Status Solidi;
27. Journal of Physics C: Solid State Physics;

7. Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

1. Научная электронная библиотека МГУ, включающая доступ к ведущим мировым базам данных научного цитирования с авторитетным политематическим охватом самых влиятельных научных журналов в мире (по естественным наукам): Science Citation Index Expanded; реферативные базы данных: INSPEC; полнотекстовые базы данных: ACS Publications (American Chemical Society); журналы американского химического общества AIP (American Institute of Physics); журналы американского института физики Annual Reviews.
2. Зарубежные журналы (Materials Research Bulletin, Journal of Materials Chemistry A) и библиографические базы данных, доступные через Интернет:
3. <http://www.sciencedirect.com>;
4. www.scopus.com;
5. www.rsc.org
6. <http://www.pubs.acs.org>
7. <http://e.lanbook.com/books/element>.
8. http://spisok-literaturi.ru/details/mehanika-razrusheniya-kompozitsionnyih-materialov_3037.html

9. http://window.edu.ru/catalog/pdf2txt/457/76457/57694?p_page=1

10. <http://rep.bntu.by/handle/data/3907>

8. Материально-техническое обеспечение

Филиал МГУ имени М.В. Ломоносова в городе Душанбе располагает электронно-библиотечной системой, содержащей научные издания по современному материаловедению, физике конденсированного состояния, физике твердого тела, механике материалов и др., к которой обеспечен доступ каждому обучающемуся. Имеется возможность осуществления одновременного индивидуального доступа к системе, доступ к современным профессиональным базам данных, информационным справочным и поисковым системам через сеть Интернет.

Выпускники направления подготовки 04.03.02 Химия, физика и механика материалов имеют возможность свободного доступа к электронной библиотеке и электронным библиотечным системам «Университетская библиотека on-line» <http://www.biblioclub.ru>. Ресурс содержит электронные издания по химии, физике и механике материалов, информационным технологиям и др.. Базы данных содержат справочники, словари, энциклопедии, на русском языке. «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» <http://www.window.edu.ru>, универсальные справочно-информационные полнотекстовые базы данных российских периодических изданий <http://dlib.eastview.com>. Осуществляется доступ к Электронной библиотеке диссертаций РГБ <http://diss.rsl.ru/> в зале электронных ресурсов библиотеки, а также к электронным полнотекстовым периодическим изданиям Научной электронной библиотеки на портале eLIBRARY.ru <http://elibrary.ru/>.

Выпускникам обеспечена возможность свободного доступа к электронной библиотеке и электронным библиотечным системам «Университетская библиотека on-line» <http://www.biblioclub.ru>, «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» <http://www.window.edu.ru>, «Консультант плюс» <http://www.consultant.ru>, «Гарант» <http://www.garant.ru>. универсальные справочно-информационные полнотекстовые базы данных российских периодических изданий <http://dlib.eastview.com>.

В процессе защиты выпускной квалификационной работы выпускники обеспечены необходимым мультимедийным оборудованием (интерактивной доской, проектором, экраном).

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 04.03.02 Химия, физика и механика материалов.

Программу подготовил:

Начальник учебно-методического отдела филиала МГУ имени М.В.Ломоносова в г.Душанбе, д.т.н. Умарова Т.М. _____

Программа обсуждена и одобрена на заседании научно-методического совета Филиала МГУ имени М.В.Ломоносова в г.Душанбе. Протокол № ___ от «___» _____ 2017 г.