

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной работе

Дата подписания: 27.10.2023 15:15:00

Уникальный идентификатор документа:

d7a26b9e8ca85e98ec3de2eb454b4659d061f249

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»

Рабочая программа дисциплины (модуля)

Композиционные материалы

Закреплена за подразделением Кафедра функциональных наносистем и высокотемпературных материалов

Направление подготовки 22.03.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ

Профиль

Квалификация **Инженер-исследователь**

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **6 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 216

в том числе:

аудиторные занятия 85

самостоятельная работа 95

часов на контроль 36

Формы контроля в семестрах:
экзамен 8

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	8 (4.2)		Итого	
	Неделя 18			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	51	51	51	51
Практические	34	34	34	34
Итого ауд.	85	85	85	85
Контактная работа	85	85	85	85
Сам. работа	95	95	95	95
Часы на контроль	36	36	36	36
Итого	216	216	216	216

Программу составил(и):

к.т.н., доцент, Ермолаев А.А.; к.т.н., доц., Хайдаров Б.Б.

Рабочая программа

Композиционные материалы

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» по направлению подготовки 22.03.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ (приказ от 28.06.2023 г. № 292 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

22.03.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ, 22.03.01-БМТМ-23_6-ПП.plx , утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.06.2023, протокол № 5-23

Утверждена в составе ОПОП ВО:

22.03.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ, , утвержденной Ученым советом НИТУ МИСИС 22.06.2023, протокол № 5-23

Рабочая программа одобрена на заседании

Кафедра функциональных наносистем и высокотемпературных материалов

Протокол от 17.06.2020 г., №20

Руководитель подразделения Кузнецов Д.В.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ

1.1	Формирование способности понимать связь состава и структуры современных композиционных материалов с их свойствами. Умение использовать основные теоретические закономерности в комплексной научно-исследовательской работе.
-----	---

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Блок ОП:		Б1.В.ДВ.24
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
2.1.1	Атомное строение фаз	
2.1.2	Биохимия наноматериалов	
2.1.3	Инженерия поверхности	
2.1.4	Металловедение и термическая обработка металлов	
2.1.5	Методы исследования структур и материалов. Часть 1	
2.1.6	Методы исследования физических свойств полупроводниковых структур	
2.1.7	Наноматериалы	
2.1.8	Сверхтвердые материалы	
2.1.9	Технологии материалов с особыми физическими свойствами	
2.1.10	Фазовые и структурные изменения при формировании материалов и эпитаксиальных структур	
2.1.11	Физика магнитных явлений	
2.1.12	Физика полупроводниковых приборов	
2.1.13	Физика прочности	
2.1.14	Физика прочности и механические свойства материалов	
2.1.15	Физико-химия металлов и неметаллических материалов	
2.1.16	Физические основы деформации и разрушения	
2.1.17	Диффузия и диффузионно-контролируемые процессы	
2.1.18	Материаловедение	
2.1.19	Материаловедение полупроводников и диэлектриков	
2.1.20	Металловедение инновационных материалов	
2.1.21	Методы исследования материалов	
2.1.22	Метрология и стандартизация цифровых технологий в материаловедении и металлургии	
2.1.23	Метрология и технические измерения функциональных материалов	
2.1.24	Метрология, стандартизация и технические измерения	
2.1.25	Метрология, стандартизация и технические измерения в электронике	
2.1.26	Основы материаловедения и методов исследования материалов	
2.1.27	Разработка новых материалов	
2.1.28	Фазовые равновесия и дефекты структуры	
2.1.29	Физика диэлектриков	
2.1.30	Физика полупроводников	
2.1.31	Введение в квантовую теорию твердого тела	
2.1.32	Дефекты кристаллической решетки	
2.1.33	Компьютеризация эксперимента	
2.1.34	Материалы альтернативной энергетики	
2.1.35	Материалы наукоемких технологий	
2.1.36	Основы дизайна металлических материалов	
2.1.37	Планирование и организация научно-исследовательской работы	
2.1.38	Планирование научного эксперимента	
2.1.39	Современные проблемы материаловедения	
2.1.40	Теория поверхностных явлений	
2.1.41	Теория симметрии	
2.1.42	Электроника	
2.1.43	Кристаллография	
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:	

2.2.1	Аморфные, микро- и нанокристаллические материалы
2.2.2	Биофизика
2.2.3	Высокотемпературные и сверхтвердые функциональные и конструкционные материалы
2.2.4	Компьютерные и информационные технологии в науке и производстве
2.2.5	Материаловедение и технологии перспективных материалов
2.2.6	Методы исследования характеристик и свойств материалов
2.2.7	Методы электронной микроскопии для материалов твердотельной электроники
2.2.8	Метрология и испытания функциональных материалов
2.2.9	Основы научно-технического перевода
2.2.10	Практика научно-технического перевода и редактирования
2.2.11	Тензорные методы в кристаллофизике
2.2.12	Технология получения кристаллов
2.2.13	Физические основы магнетизма и процессы перемагничивания материалов
2.2.14	Физические свойства приповерхностных слоев и методы их исследований
2.2.15	Функциональные наноматериалы
2.2.16	Химия и технология полимерных материалов
2.2.17	Биоорганическая химия
2.2.18	Высокотемпературные керамические материалы
2.2.19	Жаропрочные и радиационно-стойкие материалы
2.2.20	Квантовая теория твердого тела
2.2.21	Математическое и компьютерное моделирование материалов и процессов электроники
2.2.22	Методы исследования макро- и микроструктуры материалов
2.2.23	Методы непараметрической статистики
2.2.24	Некоторые главы кристаллохимии
2.2.25	Объемные наноматериалы
2.2.26	Процессы получения и обработки сверхтвердых материалов
2.2.27	Структура и технологичность сплавов
2.2.28	Физико-химия эволюции твердого вещества
2.2.29	Ядерно-спектроскопические и синхротронные методы исследований
2.2.30	Аттестация и испытания высокотемпературных и сверхтвердых материалов
2.2.31	Аттестация и сертификация изделий электронной техники
2.2.32	Компьютерные и информационные технологии в науке и производстве функциональных материалов
2.2.33	Материаловедение и технологии перспективных материалов
2.2.34	Материалы и элементы спинтроники и спинволновой оптики
2.2.35	Менеджмент качества
2.2.36	Металлические материалы для крупных транспортных систем
2.2.37	Металловедение высокопрочных сплавов
2.2.38	Методология и практика определения размерных характеристик материалов
2.2.39	Методология научных исследований
2.2.40	Оптические явления в кристаллах. Часть 2
2.2.41	Основы клеточной биологии
2.2.42	Оформление результатов научной деятельности
2.2.43	Практическое применение теории функционала электронной плотности
2.2.44	Симметрия наносистем
2.2.45	Современные компьютерные технологии в структурном анализе
2.2.46	Спектроскопические и зондовые методы
2.2.47	Термомеханическая обработка металлов и сплавов
2.2.48	Управление коллективами
2.2.49	Управление проектами
2.2.50	Химические основы биологических процессов
2.2.51	Цифровое материаловедение
2.2.52	Нормы и правила оформления ВКР
2.2.53	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

2.2.54	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.55	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.56	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.57	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы
2.2.58	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы
2.2.59	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы
2.2.60	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

ПК-1: Способен к поиску новых направлений научных исследований и синтезу знаний в области материаловедения и технологии материалов, способен оформлять технические задания и отчетные материалы по планируемым и проведенным исследованиям

Знать:

ПК-1-32 принципы создания композиционных материалов с заданными свойствами

ПК-1-31 основные виды, свойства и способы получения современных композиционных материалов

Уметь:

ПК-1-У1 формулировать основные достижения и задачи в области современных композиционных материалов

Владеть:

ПК-1-В1 владения основными представлениями о способах получения композиционных материалов

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
	Раздел 1. Теоретические основы композиционных материалов							
1.1	Основные понятия, термины и определения. Анализ состояния и перспективы развития композиционных материалов. Классификация КМ. /Лек/	8	6	ПК-1-31 ПК-1-У1	Л1.4 Л1.5Л2.1			
1.2	Упругие и прочностные характеристики анизотропных материалов. Модули упругости композиционных материалов. КМ, армированные дискретными и хаотично ориентированными волокнами. Прочность композиционных материалов. Влияние объемной доли волокон на прочностные свойства композиционных материалов. Особенности разрушения композиционных материалов. /Лек/	8	4	ПК-1-31 ПК-1-32	Л2.1			

1.3	Расчет физических свойств композиционных материалов по свойствам компонентов. /Лек/	8	4		Л1.2			
1.4	Межфазное взаимодействие в композиционных материалах. Термодинамическая и кинетическая совместимости компонентов КМ. Виды межфазного взаимодействия. Адгезия и смачивание в композиционных материалах. Формирование межфазного контакта. Смачивание композиционных материалов. /Лек/	8	4	ПК-1-32	Л1.4			
1.5	Расчет объемного и массового содержания армирующих компонентов КМ. /Пр/	8	6	ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.4 Л2.1			
1.6	Расчет упругих и прочностных характеристик композиционных материалов по свойствам компонентов. /Пр/	8	6	ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.2			
1.7	Определение вида межфазного взаимодействия в КМ в зависимости от материалов и технологических параметров. /Пр/	8	3	ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.4 Л2.1			
1.8	Проработка лекционного материала. Самостоятельное изучение литературы. /Ср/	8	36		Л1.4 Л1.5 Л2.1			
	Раздел 2. Основы технологии получения компонентов композиционных материалов							
2.1	Матричные материалы, используемые при производстве композиционных материалов. Матричные материалы на основе металлов: алюминия, титана, меди, никеля и кобальта. Матричные материалы на основе полимеров. Характеристика полимеров. Материалы матриц на основе керамик: оксиды алюминия и циркония, бескислородная керамика. /Лек/	8	2	ПК-1-31	Л1.4			

2.2	<p>Металлические волокна. Технология получения металлических волокон и их свойства.</p> <p>Стекланные и кварцевые волокна.</p> <p>Органические волокна. Арамидные и полиэтиленовые волокна.</p> <p>Волокна тугоплавких соединений. Углеродные волокна. Структура и свойства керамических волокон. /Лек/</p>	8	4	ПК-1-31	Л1.2 Л1.4			
2.3	<p>Определение содержания армирующего компонента методом микроструктурного анализа. /Пр/</p>	8	4	ПК-1-В1	Л1.3			
2.4	<p>Проработка лекционного материала. Самостоятельное изучение литературы. /Ср/</p>	8	10	ПК-1-32	Л1.2 Л1.3 Л1.4			
	Раздел 3. Методы получения современных композиционных материалов							
3.1	<p>Производство композиционных материалов на основе металлических матриц. Особенности получения, свойства, области применения. /Лек/</p>	8	2	ПК-1-31 ПК-1-32	Л1.2 Л2.1			
3.2	<p>Дисперсно-упрочненные композиционные материалы. Общая характеристика ДКМ и механизм упрочнения. Методы получения дисперсно-упрочненных композитов. Области применения ДКМ. /Лек/</p>	8	2	ПК-1-31 ПК-1-32	Л1.5Л2.1Л3.1 Л3.2			
3.3	<p>Псевдосплавы. Основные виды псевдосплавов: особенности получения, свойства, области применения. /Лек/</p>	8	2	ПК-1-31 ПК-1-32	Л1.4			
3.4	<p>Эвтектические композиционные материалы. Технология и свойства ЭКМ. Методы и условия получения эвтектических композиционных материалов. /Лек/</p>	8	2	ПК-1-31 ПК-1-32	Л1.5			

3.5	Основные технологические процессы получения полимерных композиционных материалов. Получение заготовок для ПКМ в виде препрегов. Наполнители, их классификация в зависимости от природы и структуры. /Лек/	8	4	ПК-1-31 ПК-1-32	Л1.3 Л1.4			
3.6	Технологические процессы изготовления композиционных материалов на основе металлических матриц. Особенности технологических процессов изготовления дисперсно-упрочненных композиционных материалов. Особенности технологических процессов изготовления псевдосплавов. Особенности технологических процессов изготовления эвтектических композиционных материалов. /Пр/	8	4	ПК-1-У1	Л1.5 Л1.6			
3.7	Технологические процессы производства изделий из полимерных композиционных материалов. /Пр/	8	2	ПК-1-У1	Л1.4 Л2.1			
3.8	Проработка лекционного материала. Самостоятельное изучение литературы. /Ср/	8	21	ПК-1-32	Л1.4 Л1.5 Л2.1			
	Раздел 4. Перспективные композиционные материалы							
4.1	Керамические композиционные материалы. Композиционные материалы, упрочненные частицами и волокнами. Слоистые композиты. Основы технологии получения керамических композиционных материалов. /Лек/	8	2	ПК-1-31 ПК-1-32	Л1.5 Л1.6			
4.2	Углерод-углеродные композиционные материалы. Основные технологические схемы производства УУКМ. Схемы укладки углеродных волокон. Свойства УУКМ и области применения. /Лек/	8	4	ПК-1-31 ПК-1-32	Л2.1 Л1.7			

4.3	Композиционные наноматериалы. Наноккомпозиты из керамики и полимеров. Слоистые наноккомпозиты. Наноккомпозиты, содержащие металлы или полупроводники. Молекулярные композиты. /Лек/	8	4	ПК-1-31 ПК-1-32	Л1.1			
4.4	Методы определения механических свойств композиционных материалов. Основные особенности свойств композитов. /Лек/	8	5	ПК-1-31 ПК-1-32	Л1.2			
4.5	Получение керамического композиционного материала, упрочненного частицами, и определение его свойств. Контрольная работа № 1 /Пр/	8	5		Л1.7			
4.6	Проектирование и расчет компонентов композиционных материалов с хаотично ориентированными дискретными волокнами. /Пр/	8	2		Л1.1 Л1.2			
4.7	Критерии конструирования композиционных материалов. Проектирование структуры и расчет свойств композиционных материалов. /Пр/	8	2	ПК-1-В1	Л1.2			
4.8	Проработка лекционного материала. Самостоятельное изучение литературы. /Ср/	8	28	ПК-1-31 ПК-1-32	Л1.2 Л1.5 Л1.7			

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
КМ1	Контрольная работа		<p>Дайте определение термина «Композиционный материал»</p> <p>Дайте определение термина «Модуль Юнга»</p> <p>Для чего нужно ограничивать межфазное взаимодействие?</p> <p>Перечислите типы матричных материалов для металлических КМ и как они классифицируются?</p> <p>Перечислите основные признаки композиционных материалов</p> <p>Дайте определение термина «Модуль Гука» и «Закон Гука»</p> <p>Приведите примеры межфазного взаимодействия в КМ</p> <p>Перечислите особенности алюминиевых сплавов, применяемых в КМ</p> <p>Дайте определение терминам «Матрица» и «Армирующий элемент»</p> <p>Что определяет критическая длина волокна?</p> <p>Дайте определение термина «Кинетическая совместимость»</p> <p>Перечислите особенности магниевых сплавов, применяемых в КМ</p> <p>Приведите примеры основных типов наполнителей</p> <p>Как зависит предел прочности КМ и доли наполнителя?</p>

		<p> Дайте определение термину «Механическая совместимость» Перечислите особенности титановых сплавов, применяемых в КМ Приведите примеры основных типов матриц С чем связано уменьшение предела прочности при увеличении доли волокон? Как могут влиять легирующие добавки на стабильность волокнистого композита? Перечислите особенности медных сплавов, применяемых в КМ Перечислите основные преимущества и недостатки композиционных материалов Что означает термин «Минимальная объемная доля волокна»? Как КМ могут быть классифицированы на основе межфазного взаимодействия? Особенности матриц на основе железа, никеля и кобальта Какие основные области применения композиционных материалов? Что означает термин «Критическая объемная доля волокна»? Что такое «граница раздела фаз» и какие они бывают? Особенности полимерных матриц По каким критериям возможно классифицировать композиционные материалы Чем симметричная картина выпучивания отличается от асимметричной? Какие бывают типы связей на границе раздела между компонентами КМ? Дайте определение термина «Термопластичные полимеры» Как можно классифицировать КМ по типу матричного материала? Как можно увеличить трещиностойкость КМ? Что такое адгезионная связь? Дайте определение термину «Термореактивные полимеры» В чем заключается классификация КМ по геометрии и расположению компонентов? Что определяет коэффициент Пуассона? Какие бывают разновидности адгезионной связи? Приведите примеры и особенности керамических матриц Какие существуют схемы армирования КМ? Как отличается прочность КМ, армированных дискретных и непрерывными волокнами? Какие методы могут быть использованы для повышения стабильности КМ? Что такое «Кермет»? Как можно классифицировать волокнистые КМ? Чем определяется разрушение границы между матрицей и волокном? Дайте определение терминам «Адгезия» и «Смачивание» Какие типы керамики применяются в КМ? Как можно классифицировать КМ по механизму упрочнения? Какие бывают виды рассеянных повреждений в однонаправленных КМ? Что такое краевой угол смачивания? На какие типы делится керамика по функциональному назначению? Как можно классифицировать КМ по механизму упрочнения? Какие бывают виды рассеянных повреждений в однонаправленных КМ? Что такое краевой угол смачивания? На какие типы делится керамика по функциональному назначению? Какие бывают виды структурной неоднородностей в изделиях? Перечислите особенности разрушения КМ? В чем особенность смачивания окислов жидкими металлами? Какие основные свойства у термической керамики? С чем может быть связана различная доля КМ в различных странах? Как угол приложенной нагрузки влияет на механизм разрушения? В чем особенность смачивания графита и алмаза жидкими металлами? Из каких компонентов состоят полимерные матрицы? </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	Домашнее задание "Проектирование структур и свойств композиционных материалов с дискретными волокнами"		Задание. На цилиндрическую деталь летательного аппарата действует растягивающая сила $N = _ (Н)$. Деталь имеет длину $L = _ (мм)$; площадь поперечного сечения $S = _ (мм^2)$; Масса детали $M = _ (г)$; рабочая температура детали $t = 550 \text{ } ^\circ\text{C}$. Требуется: 1. Выполнить для заданной детали расчеты прочности, плотности и удельной прочности без учета материала детали. 2. Выполнить проектирование композиционного материала (КМ) для заданной детали.
5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.)			
Экзамен по данной дисциплине не предусмотрен.			
5.4. Методика оценки освоения дисциплины (модуля, практики. НИР)			
По дисциплине аттестация предусмотрена в виде зачета с оценкой. Контроль успеваемости включает в себя вопросы во время практических занятий и контрольную работу. Оценка выводится как среднее арифметическое по результатам сдачи тестов во время практических занятий и контрольной работы.			

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Грахов А. Е., Ю-Винг М., Жонг-Женг Ю.	Полимерные нанокompозиты: монография	Электронная библиотека	Москва: РИЦ Техносфера, 2011
Л1.2	Капитонов А. М., Редькин В. Е.	Физико-механические свойства композиционных материалов: упругие свойства: монография	Электронная библиотека	Красноярск: Сибирский федеральный университет (СФУ), 2013
Л1.3	Ляхов Н. З.	Металлополимерные нанокompозиты (получение, свойства, применение): монография	Электронная библиотека	Новосибирск: Сибирское отделение Российской академии наук, 2005
Л1.4	Кобелев А. Г., Лысак В. И., Чернышев В. Н., Кузнецов Е. В.	Материаловедение и технология композиционных материалов: учебник для студ. вузов спец. 110600 'Обработка металлов давлением', 110800 'Композиционные и порошковые материалы, покрытия'	Библиотека МИСиС	М.: Интермет инжиниринг, 2006
Л1.5	Варенков Анатолий Николаевич, Донских Наталия Михайловна	Композиционные материалы: Учеб. пособие по выполнению курсовой работы для студ. спец. 070800	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 2000
Л1.6	Козерадский Станислав Александрович, Крупин Александр Васильевич	Теория и технология обработки давлением порошковых и композиционных материалов: Разд.: Керамические и специальные композиционные материалы: курс лекций для студ. спец. 11.08.00	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1990

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.7	Лаптев Александр Иванович, Ермолаев Андрей Алексеевич	Алмазные поликристаллические материалы. Механизм и кинетика синтеза поликристаллического алмаза: учеб. пособие	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 2008

6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Блинков Игорь Викторович, Челноков Валентин Сергеевич	Композиционные материалы: учеб. пособие для студ. вузов напр. 651800-Физическое материаловедение и спец. 070800-Физ.-хим. методы исслед. процессов и материалов	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 2004

6.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л3.1	Сидорова Елена Николаевна, Дзидзигури Элла Леонтьевна	Материаловедение и технологии материалов (N 3512): метод. указания к подготовке рефератов	Электронная библиотека	М.: [МИСиС], 2019
Л3.2	Сидорова Елена Николаевна, Дзидзигури Элла Леонтьевна	Современные проблемы нанотехнологий (N 4079): метод. указания	Электронная библиотека	М.: [МИСиС], 2020

6.3 Перечень программного обеспечения

П.1	Лицензии ПО Windows Server CAL ALNG LicSAPk MVL DvcCAL, ПО WinEDUA3 ALNG SubsVL MVL PerUsr и PerUsr
П.2	Microsoft Office
6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных	
И.1	Интерактивная система Менделеева http://www.ptable.com

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ауд.	Назначение	Оснащение
Любой корпус Мультимедийная	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и/или для проведения практических занятий:	комплект учебной мебели до 36 мест для обучающихся, мультимедийное оборудование, магнитно-маркерная доска, рабочее место преподавателя, ПКс доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus
Холл библиотеки (Б)		25 компьютеров, комплект специализированной мебели
А-104	Лаборатория	рабочее места преподавателя, комплект учебной мебели для обучающихся. Лабораторный стенд для измерения температуры термометрами сопротивления и термопарами; лабораторные установки для измерения температуры оптическим пирометром и его поверки (2 шт); лабораторный стенд для регулирования и контроля малых потоков газа; лабораторный стенд для создания газовых потоков и измерения расхода газа; лабораторный стенд для измерения вакуума датчиками ПМТ и ПМИ с использованием ВИТ; лабораторный стенд для измерения вакуума компрессионным манометром и градуировки термометрического манометра; лабораторная установка для изучения устройства и принципа работы мембранного насоса; лабораторная установка для изучения устройства и принципа работы диффузионного насоса (вакуумная станция, вакуумная трубчатая печь)

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Лекционные занятия нацелены на изучение студентами физико-химических основ систем и технологических процессов получения материалов. Практические занятия систематизируют и закрепляют теоретический материал путем решения физико-химических задач на занятии, а также самостоятельного выполнения заданий.

Дисциплина относится к точным наукам и требует значительного объема самостоятельной работы. Отдельные учебные вопросы выносятся на самостоятельную проработку и контролируются посредством текущей аттестации. При этом организуются групповые и индивидуальные консультации. Качественное освоение дисциплины возможно только при систематической самостоятельной работе, что поддерживается системой текущей и рубежной аттестации.

1. Лекции читаются в форме презентаций с использованием компьютерной программы Power Point.
2. На практических занятиях используются имитационные активные методы обучения, например, деловая игра (игровой метод), решение ситуативных задач, анализ конкретной ситуации. Используются также интерактивные технологии обучения, в частности, с использованием ресурсов интернета, электронных учебников и справочников в режиме реального времени.
3. В самостоятельной работе при выполнении домашних заданий, подготовке к практическим занятиям обучающийся использует электронные учебники, учебные пособия, опорные конспекты, тесты.
4. Самостоятельная работа студентов контролируется посредством индивидуальных опросов на практических занятиях и контрольных работ, проводимых в часы практических занятий.