

ИНСТИТУТ НАНОТЕХНОЛОГИЙ В ЭЛЕКТРОНИКЕ, СПИНТРОНИКЕ И ФОТОНИКЕ

КАФЕДРА ФИЗИКИ КОНДЕНСИРОВАННЫХ СРЕД

ОДОБРЕНО НТС ИНТЭЛ

Протокол № 2

от 26.04.2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОЦЕССОВ МИКРО- И НАНОТЕХНОЛОГИИ

Направление подготовки
(специальность)

[1] 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника

Семестр	Трудоемкость, кред.	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	В форме практической подготовки/ В СРС, час.	КСР, час.	Форма(ы) контроля, экс./зач./КР/КП
7	3	108	24	24	0	15-24	0	Э
Итого	3	108	24	24	0	15-24	0	

АННОТАЦИЯ

Рассматриваются физико-химические особенности формирования микро- и наноразмерных структур, основные технологические методы и перспективы их развития. Большое внимание уделяется физическим и технологическим ограничениям на предельные параметры микро- и наноструктур, их электронным и оптическим свойствам.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является изучение основных физико-химических процессов, лежащих в природе различных методов микро- и нанотехнологии: взаимодействие потока расплава с потоком газа и жидкости, приводящее к генерации наночастиц; взаимодействие потока жидких и твердых наночастиц с поверхностью подложки; адсорбция и десорбция кластеров и молекул. Свойства и области применения наночастиц.

Задачей преподавания дисциплины является формирование у студентов углубленных знаний о физико-химических явлениях и процессах, имеющих отношение к микро- и нанотехнологиям.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина "Физико-химические основы процессов микро-и нанотехнологий" - Профессиональный модуль по выбору Б1-ПМ.ДВ8 Дисциплина по выбору относится к дисциплинам базовой части основной профессиональной образовательной программы по направлению 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника»

Дисциплина читается в 7 семестре 4 курса и базируется на отдельных компонентах компетенций, сформированных у обучающихся в ходе изучения курса физики и химии в средней школе, а также предшествующих дисциплинах.

- Введение в современные нанотехнологии / Introduction to Modern Nanotechnology
- Неорганическая и органическая химия
- Материаловедение в микро- и нанoeлектронике
- Технология материалов электронной техники
- Физическая химия

3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Универсальные и(или) общепрофессиональные компетенции:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
--------------------------------	--

Профессиональные компетенции в соответствии с задачами и объектами (областями знаний) профессиональной деятельности:

Задача профессиональной деятельности (ЗПД)	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции; Основание	Код и наименование индикатора достижения профессиональной
--	---------------------------	---	---

		(профессиональный стандарт-ПС, анализ опыта)	компетенции
научно-исследовательский			
Анализ научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования	Материалы, компоненты, электронные приборы, устройства, установки, методы их исследования, проектирования и конструирования. Технологические процессы производства, диагностическое и технологическое оборудование, математические модели, алгоритмы решения типовых задач в области электроники и нанoeлектроники. Современное программное и информационное обеспечение процессов моделирования и проектирования изделий электроники и нанoeлектроники. Инновационные технические решения в сфере базовых постулатов проектирования, технологии изготовления и применения электронных приборов и устройств.	ПК-7.1 [1] - Способен применять представления, концепции и модели физики конденсированного состояния для описания явлений и процессов в твердых телах, включая новые полупроводниковые материалы, для приложений в области электроники и нанoeлектроники <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011	З-ПК-7.1[1] - Знать основные концепции и модели физики конденсированного состояния для описания явлений и процессов в твердых телах, включая новые полупроводниковые материалы, имеющие значение для электроники и нанoeлектроники; У-ПК-7.1[1] - Уметь применять представления, концепции и модели физики конденсированного состояния для описания явлений и процессов в твердых тела для приложений в области электроники и нанoeлектроники; В-ПК-7.1[1] - Владеть основными методами качественного и количественного анализа параметров и характеристик твердых тел, включая новые полупроводниковые материалы, для приложений в области электроники и нанoeлектроники
производственно-технологический			
Проведение технологических процессов производства материалов и изделий	Материалы, компоненты, электронные приборы, устройства,	ПК-7.2 [1] - Способен выбирать и применять современное технологическое оборудование для	З-ПК-7.2[1] - Знать номенклатуру ключевого технологического оборудования,

<p>электронной техники</p>	<p>установки, методы их исследования, проектирования и конструирования. Технологические процессы производства, диагностическое и технологическое оборудование, математические модели, алгоритмы решения типовых задач в области электроники и нанoeлектроники. Современное программное и информационное обеспечение процессов моделирования и проектирования изделий электроники и нанoeлектроники. Инновационные технические решения в сфере базовых постулатов проектирования, технологии изготовления и применения электронных приборов и устройств.</p>	<p>создания новых наногетероструктур для применений в нанoeлектронике</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011</p>	<p>используемого для создания новых наногетероструктур для применений в нанoeлектронике;</p> <p>У-ПК-7.2[1] - Уметь выбирать и применять современное технологическое оборудование для создания новых наногетероструктур для применений в нанoeлектронике;</p> <p>В-ПК-7.2[1] - Владеть основными технологическими методами, используемыми в процессе производства новых наногетероструктур для применений в нанoeлектронике</p>
<p>внедрение результатов исследований и разработок в производство; выполнение работ по технологической подготовке производства материалов и изделий электронной техники; проведение технологических процессов производства</p>	<p>материалы, компоненты, электронные приборы, устройства, установки, методы их исследования, проектирования и конструирования, технологические процессы производства, диагностическое и технологическое оборудование,</p>	<p>ПК-10 [1] - Способен к модернизации существующих и внедрению новых методов и оборудования для измерений параметров наноматериалов и наноструктур</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 29.007, 40.003</p>	<p>З-ПК-10[1] - Знание физических основ современных микро- и нанотехнологий, технологий гетероструктурной и СВЧ-электроники.;</p> <p>У-ПК-10[1] - Умение творчески применять современное оборудование для измерений параметров наноматериалов и наноструктур;</p> <p>В-ПК-10[1] -</p>

материалов и изделий электронной техники; контроль за соблюдением технологической дисциплины и приемов энерго - и ресурсосбережения; подготовка документации и участие в работе системы менеджмента качества на предприятии; организация метрологического обеспечения производства материалов и изделий электронной техники	алгоритмы решения типовых задач		Владение методами измерений параметров наноматериалов и наноструктур
---	---------------------------------	--	--

4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направления/цели воспитания	Задачи воспитания (код)	Воспитательный потенциал дисциплин
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование чувства личной ответственности за научно-технологическое развитие России, за результаты исследований и их последствия (B17)	1.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования чувства личной ответственности за достижение лидерства России в ведущих научно-технических секторах и фундаментальных исследованиях, обеспечивающих ее экономическое развитие и внешнюю безопасность, посредством контекстного обучения, обсуждения социальной и практической значимости результатов научных исследований и технологических разработок. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования социальной ответственности ученого за результаты исследований и их последствия, развития исследовательских качеств посредством выполнения учебно-исследовательских заданий, ориентированных на изучение и проверку научных фактов,

		<p>критический анализ публикаций в профессиональной области, вовлечения в реальные междисциплинарные научно-исследовательские проекты.</p>
<p>Профессиональное воспитание</p>	<p>Создание условий, обеспечивающих, формирование ответственности и аккуратности в работе с опасными веществами и при требованиях к нормам высокого класса чистоты (B35)</p>	<p>1.Использование воспитательного потенциала профильных дисциплин «Введение в специальность», «Введение в технику физического эксперимента», «Измерения в микро- и нанoeлектронике», «Информационные технологии в физических исследованиях», «Экспериментальная учебно-исследовательская работа» для: - формирования навыков безусловного выполнения всех норм безопасности на рабочем месте, соблюдении мер предосторожности при выполнении исследовательских и производственных задач с опасными веществами и на оборудовании полупроводниковой промышленности, а также в помещениях с высоким классом чистоты посредством привлечения действующих специалистов полупроводниковой промышленности к реализации учебных дисциплин и сопровождению проводимых у студентов практических работ в этих организациях, через выполнение студентами практических и лабораторных работ, в том числе с использованием современных САПРов для моделирования компонентной базы электроники, измерительного и технологического оборудования на кафедрах, лабораториях и центрах ИНТЭЛ;</p> <p>2.Использование воспитательного потенциала профильных дисциплин «Спецпрактикум по физике наносистем», «Спецпрактикум по нанотехнологиям», «Специальный практикум по физике наносистем», «Современные проблемы физики конденсированных сред (спецсеминар)», «Экспериментальные методы исследования наноструктур (спецсеминар)», для: - формирования</p>

		<p>профессиональной коммуникации в научной среде; - формирования разностороннего мышления и тренировки готовности к работе в профессиональной и социальной средах полупроводниковой промышленности - формирования умений осуществлять самоанализ, осмысливать собственные профессиональные и личностные возможности для саморазвития и самообразования, в целях постоянного соответствия требованиям к эффективным и прогрессивным специалистам для разработок новых материалов и устройств по направлениям, связанным с СВЧ электроникой, микро- и нанопроцессорами, оптическими модуляторами и применением новых материалов в нанoeлектронных компонентах через организацию практикумов в организациях по разработке и производству полупроводниковых изделий, использование методов коллективных форм познавательной деятельности, ролевых заданий, командного выполнения учебных заданий и защиту их результатов.</p>
<p>Профессиональное воспитание</p>	<p>Создание условий, обеспечивающих, формирование коммуникативных навыков в области разработки и производства полупроводниковых изделий (ВЗ6)</p>	<p>1.Использование воспитательного потенциала профильных дисциплин «Введение в специальность», «Введение в технику физического эксперимента», «Измерения в микро- и нанoeлектронике», «Информационные технологии в физических исследованиях», «Экспериментальная учебно-исследовательская работа» для: - формирования навыков безусловного выполнения всех норм безопасности на рабочем месте, соблюдении мер предосторожности при выполнении исследовательских и производственных задач с опасными веществами и на оборудовании полупроводниковой промышленности, а также в помещениях с высоким классом чистоты посредством привлечения действующих специалистов</p>

		<p>полупроводниковой промышленности к реализации учебных дисциплин и сопровождению проводимых у студентов практических работ в этих организациях, через выполнение студентами практических и лабораторных работ, в том числе с использованием современных САПРов для моделирования компонентной базы электроники, измерительного и технологического оборудования на кафедрах, лабораториях и центрах ИНТЭЛ;</p> <p>2.Использование воспитательного потенциала профильных дисциплин «Спецпрактикум по физике наносистем», «Спецпрактикум по нанотехнологиям», «Специальный практикум по физике наносистем», «Современные проблемы физики конденсированных сред (спецсеминар)», «Экспериментальные методы исследования наноструктур (спецсеминар)», для: - формирования профессиональной коммуникации в научной среде; - формирования разностороннего мышления и тренировки готовности к работе в профессиональной и социальной средах полупроводниковой промышленности - формирования умений осуществлять самоанализ, осмысливать собственные профессиональные и личностные возможности для саморазвития и самообразования, в целях постоянного соответствия требованиям к эффективным и прогрессивным специалистам для разработок новых материалов и устройств по направлениям, связанным с СВЧ электроникой, микро- и нано процессорами, оптическими модуляторами и применением новых материалов в наноэлектронных компонентах через организацию практикумов в организациях по разработке и производству полупроводниковых изделий, использование методов коллективных форм познавательной</p>
--	--	---

		деятельности, ролевых заданий, командного выполнения учебных заданий и защиту их результатов.
--	--	---

5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Разделы учебной дисциплины, их объем, сроки изучения и формы контроля:

№ п.п	Наименование раздела учебной дисциплины	Недели	Лекции/ Практи. (семинары)/ Лабораторные работы, час.	Обязат. текущий контроль (форма*, неделя)	Максимальный балл за раздел**	Аттестация раздела (форма*, неделя)	Индикаторы освоения компетенции
	<i>7 Семестр</i>						
1	Первый раздел	1-8	12/12/0		25	Кл-8	3-ПК-7.1, У-ПК-7.1, В-ПК-7.1, 3-ПК-7.2, У-ПК-7.2, В-ПК-7.2, 3-ПК-10, У-ПК-10, В-ПК-10
2	Второй раздел	9-16	12/12/0		25	Реф-16	3-ПК-7.1, У-ПК-7.1, В-ПК-7.1,

							3-ПК-7.2, У-ПК-7.2, В-ПК-7.2, 3-ПК-10, У-ПК-10, В-ПК-10
	<i>Итого за 7 Семестр</i>		24/24/0		50		
	Контрольные мероприятия за 7 Семестр				50	Э	3-ПК-7.1, У-ПК-7.1, В-ПК-7.1, 3-ПК-7.2, У-ПК-7.2, В-ПК-7.2, 3-ПК-10, В-ПК-10

* – сокращенное наименование формы контроля

** – сумма максимальных баллов должна быть равна 100 за семестр, включая зачет и (или) экзамен

Сокращение наименований форм текущего контроля и аттестации разделов:

Обозначение	Полное наименование
Кл	Коллоквиум
Реф	Реферат
Э	Экзамен

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недел и	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем. , час.	Лаб., час.
	<i>7 Семестр</i>	24	24	0
1-8	Первый раздел	12	12	0
1 - 2	Термодинамика фазовых превращений в однокомпонентных системах Возможные фазовые превращения. Гомогенное зарождение новой фазы. Работа образования зародыша новой фазы в зависимости от радиуса и переохлаждения Конденсация пара. Потенциальный барьер для перехода пар-жидкость. Кристаллизация из раствора. Уравнение Оствальда-Фрейндлиха. Изменение химического потенциала при переохлаждении жидкости. Кристаллизация из расплава. Снижение температуры плавления ультра малых частиц Гетерогенная нуклеация. Гетерогенное зарождение новой фазы.	Всего аудиторных часов		
		3	3	0
		Онлайн		
		0	0	0
3	Основы классификации наноматериалов Терминологические подходы к понятию «наноматериалы» Принципы классификации наноматериалов Особенности свойств наноматериалов. Размерные эффекты.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
4 - 5	Нанокластеры. Структура Наночастицы с гранецентрированной решеткой. Магические числа .Понятие о кластерах . Виды кластеров. Упорядоченные решетки наночастиц в коллоидных суспензиях. Твердотельные нанокластеры и наноструктуры . Матричные нанокластеры Кластеры на основе оксидов металлов	Всего аудиторных часов		
		3	3	0
		Онлайн		
		0	0	0
6 - 7	Низкоразмерные структуры Структуры различной размерности. Квантовые ямы, проволоки и точки. Системы 0D, квантовые точки. Люминесценция. Роль размера частицы. Дискретные уровни энергии в нанокристаллах. Люминесценция коллоидных частиц Коллоидные нанокристаллы. Диапазоны флуоресценции нанокристаллов, изготовленных из разных материалов. Экситоны Квантовые точки большого и малого радиуса. Экситонные поправки.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
8	Керамика и стекло. Синтез материалов с помощью золь-гель методов. Гидролиз. Поликонденсация. Химическое осаждение (CVD). Рабочая концепция. Основные этапы процесса CVD. Состав типичной системы	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0

	<p>CVD: источники и питающие линии для газов; регуляторы массового расхода для дозирования газов в систему; реакционная камера или реактор; система для нагрева пластины, на которой осаждается пленка; а также датчики температуры.</p> <p>Виды химического осаждения из паровой фазы: реакторы «с горячей стенкой» и реакторы с «холодной стенкой».</p> <p>Преимущества CVD. Приложения.</p> <p>Физическое осаждение из паровой фазы (PVD). Рабочая концепция. Этапы: Испарение; Перенос; Реакция; Осаждение. Важность PVD покрытий. Преимущества. Недостатки. Приложения.</p>			
9-16	Второй раздел	12	12	0
1 - 2	<p>Пористый кремний.</p> <p>Получение пористого кремния. Конструкции электрохимической ячейки для получения слоев ПК.</p> <p>Анодная реакция растворения кремния в водных растворах HF. Физико-химия анодного электрохимического окисления кремния. Метод Унно – Имаи получения ПК.</p> <p>Светоизлучающие диоды на основе пористого кремния.</p> <p>Фотоэлектрические преобразователи для солнечной энергетики. Химические датчики на основе пористого кремния. Применение пористого кремния в медицине</p>	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
2 - 3	<p>Углеродные нанокластеры</p> <p>Углеродные волокна. Углеродные волокна с полимерной матрицей - композитные материалы.</p> <p>Графен. Получение графена. Механическое отслаивание. Химическое отслаивание. Химическое отслаивание с применением оксида графена. Химическое осаждение из паровой фазы. Пиролиз карбида кремния. Физические свойства графена. Гибридизация электронов.</p> <p>Кристаллическая решетка. Зонная структура графена. Линейный закон дисперсии. Эффективная масса.</p> <p>Квантовый эффект Холла</p>	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
3 - 4	<p>Новые углеродные наноматериалы. Углеродные нанотрубки</p> <p>Графеновые листы. Углеродные нанотрубки. Хиральность. Одностенные нанотрубки. Многостенные нанотрубки. Применение углеродных нанотрубок. Физико-химия роста нанотрубок. Методы получения УНТ</p>	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
4 - 5	<p>Фотонные кристаллы</p> <p>Теория фотонных запрещенных зон. Дефекты в кристаллической решетке как элемент структуры фотонного кристалла .</p> <p>Примеры применения фотонных кристаллов</p>	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
6 - 7	<p>Метаматериалы</p> <p>Метаматериалы. Странности отрицательного преломления. Свойства и строение метаматериалов.</p> <p>Создание метаматериалов.</p> <p>Практические аспекты. Гиперболические метаповерхности</p>	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
7 - 8	<p>Методы исследования наноматериалов</p> <p>Микроскопия. Сканирующие зонды. Методы, основанные</p>	Всего аудиторных часов		
		2	2	0

	на электромагнитной природе вещества и излучения	Онлайн		
		0	0	0

Сокращенные наименования онлайн опций:

Обозначение	Полное наименование
ЭК	Электронный курс
ПМ	Полнотекстовый материал
ПЛ	Полнотекстовые лекции
ВМ	Видео-материалы
АМ	Аудио-материалы
Прз	Презентации
Т	Тесты
ЭСМ	Электронные справочные материалы
ИС	Интерактивный сайт

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При реализации программы используются следующие технологии:

- лекции по курсу традиционного типа, с применением проектора и презентаций по избранным темам;
- семинары – практическая работа по решению задач, с опорой на лекционный материал, для наилучшего его усвоения;
- самостоятельная работа студентов.

7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения представлена в следующей таблице:

Компетенция	Индикаторы освоения	Аттестационное мероприятие (КП 1)
ПК-10	З-ПК-10	Э, Кл-8, Реф-16
	У-ПК-10	Кл-8, Реф-16
	В-ПК-10	Э, Кл-8, Реф-16
ПК-7.1	З-ПК-7.1	Э, Кл-8, Реф-16
	У-ПК-7.1	Э, Кл-8, Реф-16
	В-ПК-7.1	Э, Кл-8, Реф-16
ПК-7.2	З-ПК-7.2	Э, Кл-8, Реф-16
	У-ПК-7.2	Э, Кл-8, Реф-16
	В-ПК-7.2	Э, Кл-8, Реф-16

Шкалы оценки образовательных достижений

Шкала каждого контрольного мероприятия лежит в пределах от 0 до установленного максимального балла включительно. Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля.

Итоговая оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:

Сумма баллов	Оценка по 4-ех балльной шкале	Оценка ECTS	Требования к уровню освоению учебной дисциплины
90-100	5 – <i>«отлично»</i>	A	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы.
85-89	4 – <i>«хорошо»</i>	B	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
75-84		C	
70-74		D	
65-69	3 – <i>«удовлетворительно»</i>	E	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.
60-64			
Ниже 60	2 – <i>«неудовлетворительно»</i>	F	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. ЭИ П 49 Физико-химические основы нанотехнологий : учебник, Санкт-Петербург: Лань, 2022
2. ЭИ Д 64 Физико-химия наночастиц : учебное пособие для вузов, Москва: Юрайт, 2021

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 66 А49 Физико-химические основы микро- и нанoeлектроники : учебное пособие, А. П. Алехин, Москва: МФТИ, 2011
2. 620 Ф50 Физико-химические и технологические основы самораспространяющегося высокотемпературного синтеза : учеб. пособие для вузов, Е. А. Левашов [и др.], М.: Бином, 1999
3. 621.3 К78 Физико-химические основы технологии полупроводниковых материалов : Учебник для вузов, Крапухин В.В., Соколов И.А., Кузнецов Г.Д., М.: Металлургия, 1982

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

Специальное программное обеспечение не требуется

LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

<https://online.mephi.ru/>

<http://library.mephi.ru/>

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Специальное материально-техническое обеспечение не требуется

10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ

Курс включает в себя лекционные и практические занятия. Для успешного освоения курса полезно вспомнить некоторые темы из курса " Физическая химия".

На практических занятиях студенты решают задачи, в том числе и в интерактивной форме (обсуждение). Поощряется активное участие в обсуждении задач, а также умение своевременно задавать вопросы для прояснения всех непонятных моментов по пройденному материалу. Помимо лекционных и семинарских занятий курс включает в себя самостоятельную работу студентов. Данное время отводится для самостоятельной переработки и повторения материала, выполнения домашних заданий, устранения долгов, накопленных во время семестра, а также для самостоятельной подготовки к сдаче теоретического материала . Во время самостоятельной подготовки к сдаче теоретического материала студенты учатся работать с научной литературой.

Итоговые баллы складываются из: 1) результатов коллоквиума и устного опроса; 2) результатов контроля посещаемости; 3) результатов оценки работы студента в интерактивном режиме.

Получение положительной оценки по каждой проверочной работе (коллоквиум и устный опрос) является необходимым условием получения итоговой положительной оценки. В случае пропуска или получения отрицательной оценки самостоятельная работа должна быть переделана и сдана во время зачетной недели в конце семестра. Положительная оценка (аттестация) каждого раздела необходима для допуска к экзамену.

11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

На первом занятии преподаватель:

знакомит студентов с целями и задачами преподаваемой дисциплины, определяет ее место в образовательной программе, обозначает междисциплинарные связи;

обеспечивает согласование содержания и устранение дублирования учебного материала с другими дисциплинами образовательной программы;

уточняет наполнение лекций и планы практических (семинарских) занятий в соответствии с рабочей программой дисциплины, с учетом контингента и уровня подготовки студентов;

рекомендует литературу с выделением основного учебника курса;

доводит до сведения студентов систему оценки знаний.

Занятия по дисциплине состоят из следующих частей:

- лекции;

- семинары;

- самостоятельная работа студентов.

1. Лекционные занятия представляет собой систематическое, последовательное, монологическое изложение преподавателем учебного материала, как правило, теоретического характера. Цель занятий – организация целенаправленной познавательной деятельности студентов по овладению программным материалом по теме.

Структура лекции: вступление, основная часть, заключение.

Во вступлении преподаватель отмечает цель лекции и ее план.

В основной части приводится изложение содержания лекции в строгом соответствии с предложенным планом.

Формат лекции может быть, как очный, так и дистанционный с использованием средств видеоконференцсвязи.

В заключении подводятся общий итог лекции, обобщение материала, формулировка выводов по теме лекции; ответы на вопросы студентов.

2. На семинарских занятиях студенты решают задачи по темам пройденных лекций с целью закрепления изученного материала. Преподаватель показывает решение типовой задачи и далее предлагает студентам задачи для самостоятельного решения с проверкой у доски.

3. Самостоятельная работа - учебная, учебно-исследовательская работа студентов, выполняется во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя. Самостоятельная работа предполагает формирование и усвоение теоретического материала на базе изучения и систематизации материалов учебников, научных публикаций, нормативно-справочных материалов с использованием информационно-поисковых систем, компьютерной сети Интернет.

Роль преподавателя в организации и руководстве самостоятельной работой студентов включает:

четкое планирование содержания и объема самостоятельной работы; организацию, контроль и анализ результатов самостоятельной работы.

В ходе руководства самостоятельной работой студентов преподаватель приобщает их к научному творчеству, поиску и решению актуальных современных проблем. Преподаватель должен обеспечить мотивацию индивидуальной самостоятельной работы студентов посредством проверки промежуточных результатов, консультаций, самопроверки.

Автор(ы):

Сиглова Наталья Владимировна