

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

ИНСТИТУТ НАНОТЕХНОЛОГИЙ В ЭЛЕКТРОНИКЕ, СПИНТРОНИКЕ И ФОТОНИКЕ  
КАФЕДРА ФИЗИКИ КОНДЕНСИРОВАННЫХ СРЕД

ОДОБРЕНО НТС ИНТЭЛ

Протокол № 4

от 23.07.2024 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

### ФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ МАТЕРИАЛОВ И СТРУКТУР

Направление подготовки  
(специальность)

[1] 11.03.04 Электроника и наноэлектроника

Семестр	Трудоемкость, кред.	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	В форме практической подготовки/ В	СРС, час.	KCP, час.	Форма(ы) контроля, экз./зач./КР/КП
8	2	72	30	30	0		12	0	3
Итого	2	72	30	30	0	0	12	0	

## **АННОТАЦИЯ**

Курс затрагивает важные разделы, связанные с исследовательской деятельностью студентов – методы планирования эксперимента, построения интерполяционных моделей и оптимизации процессов и объектов. Курс направлен на приобретение студентом теоретических знаний и практических навыков в области физических методов исследования материалов и структур.

### **1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Целью освоения учебной дисциплины «Физические методы исследования материалов и структур» является освоение студентом основных экспериментальных методов измерения физических параметров полупроводниковых и приборных структур, а также ознакомление с современными методами исследования и контроля качества исходных полупроводниковых и других материалов и оценкой возможности применения этих методов для контроля технологического процесса производства полупроводниковых приборов и интегральных схем.

Задачами дисциплины являются:

- дать студентам теоретические практические навыки, достаточные для физически обоснованного выбора методов измерения параметров полупроводниковых и других материалов,
- познакомить с современными методами исследования и контроля качества исходных полупроводниковых и других материалов,
- сформировать у студентов компетентность в области теории и практики проведения экспериментального научного исследования в области полупроводниковых материалов и структур.

### **2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО**

Изучение дисциплины «Физические методы исследования материалов и структур» базируется на компетенциях, сформированных у обучающихся в результате освоения дисциплин, направленных на развитие профессиональных навыков в области электроник и наноэлектроники, а также дисциплин формирующих умение анализировать учебно-методическую литературу. Знание дисциплины необходимо при подготовке выпускной квалификационной работы, в дальнейшем обучении, а также для практической работы выпускников по специальности.

Предполагается предварительное изучение следующих дисциплин:

- Аналитическая геометрия
- Линейная алгебра
- Дифференциальные и интегральные уравнения
- Теория функций комплексного переменного
- Теоретическая физика: статистическая физика

### 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 (профессиональный стандарт-ПС, анализ опыта)	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
производственно-технологический			
Проведение технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники	Материалы, компоненты, электронные приборы, устройства, установки, методы их исследования, проектирования и конструирования. Технологические процессы производства, диагностические и технологическое оборудование, математические модели, алгоритмы решения типовых задач в области электроники и наноэлектроники. Современное программное и информационное обеспечение процессов моделирования и проектирования изделий	ПК-8 [1] - Способен выполнять постановку и эксплуатацию определенного технологического процесса или блока технологических операций по производству материалов и изделий электронной техники  <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011	З-ПК-8[1] - Знание технологий сверхбольших интегральных схем, планарных и иных технологий электроники и наноэлектроники; У-ПК-8[1] - Умение выполнять постановку и эксплуатацию определенного технологического процесса или блока технологических операций по производству СБИС, интегральных СВЧ-систем и других изделий электронной техники.; В-ПК-8[1] - Владение технологическими операциями по производству материалов и изделий электронной техники

	<p>электроники и наноэлектроники.</p> <p>Иновационные технические решения в сфере базовых постулатов проектирования , технологии изготовления и применения электронных приборов и устройств.</p>		
Организация метрологического обеспечения производства материалов и изделий электронной техники	<p>Материалы, компоненты, электронные приборы, устройства, установки, методы их исследования, проектирования и конструирования я.</p> <p>Технологические процессы производства, диагностическое и технологическое оборудование, математические модели, алгоритмы решения типовых задач в области электроники и наноэлектроники. Современное программное и информационное обеспечение процессов моделирования и проектирования изделий электроники и</p>	<p>ПК-9 [1] - Способен выполнять определенный тип измерительных или контрольных операций при исследовании параметров полупроводниковых приборов и устройств или в технологическом процессе по производству материалов и изделий электронной техники</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.003</p>	<p>З-ПК-9[1] - Знание параметров полупроводниковых приборов аналоговой, цифровой, радиочастотной и СВЧ-электроники.;</p> <p>У-ПК-9[1] - Умение выполнять исследования параметров полупроводниковых приборов и устройств в микро- и наноэлектронике;</p> <p>В-ПК-9[1] - Владение методами измерений в технологическом процессе по производству материалов и изделий электронной техники</p>

	<p>nanoэлектроник и.</p> <p>Иновационные технические решения в сфере базовых постулатов проектирования , технологии изготовления и применения электронных приборов и устройств.</p>		
сервисно-эксплуатационный			
Проверка технического состояния и остаточного ресурса оборудования, организация профилактических осмотров и текущего ремонта	<p>Материалы, компоненты, электронные приборы, устройства, установки, методы их исследования, проектирования и конструирования.</p> <p>Технологические процессы производства, диагностические и технологическое оборудование, математические модели, алгоритмы решения типовых задач в области электроники и наноэлектроники. Современное программное и информационное обеспечение процессов моделирования и проектирования изделий</p>	<p>ПК-13 [1] - Способен к регламентной проверке, текущему сервисному обслуживанию и мелкому ремонту измерительного, диагностического или технологического оборудования</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 29.001</p>	<p>З-ПК-13[1] - Знание регламентов проверки измерительного, диагностического или технологического оборудования;</p> <p>У-ПК-13[1] - умение проводить мелкий ремонт измерительного, диагностического или технологического оборудования;</p> <p>В-ПК-13[1] - Владение навыками регламентной проверки и текущего сервисного обслуживания измерительного, диагностического или технологического оборудования</p>

	<p>наноэлектроник и. Иновационные технические решения в сфере базовых постулатов проектирования , технологии изготовления и применения электронных приборов и устройств.</p>		
Эксплуатация и сервисное обслуживание аппаратно-программных средств и технологического оборудования для производства материалов и изделий электронной техники	<p>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 наноэлектроники. Современное программное и информационное обеспечение процессов моделирования и проектирования изделий электроники и наноэлектроник</p>	<p>ПК-15 [1] - Способен разрабатывать инструкции для обслуживающего персонала по эксплуатации используемого технического/измерительного оборудования или программного обеспечения</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 29.001</p>	<p>З-ПК-15[1] - Знание нормативов и правил обеспечения безопасности жизнедеятельности на рабочем месте; У-ПК-15[1] - Умение разрабатывать инструкции по эксплуатации технического/измерительного оборудования или программного обеспечения; В-ПК-15[1] - Владение информацией о допустимых режимах работы используемого технического/измерительного оборудования</p>

	и. Иновационные технические решения в сфере базовых постулатов проектирования , технологии изготовления и применения электронных приборов и устройств.		
--	--	--	--

#### 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 (В17)	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, критический анализ публикаций в профессиональной области, вовлечения в реальные междисциплинарные научно-исследовательские проекты.
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих,	Использование воспитательного потенциала дисциплин

	формирование ответственности за профессиональный выбор, профессиональное развитие и профессиональные решения (В18)	профессионального модуля для формирования у студентов ответственности за свое профессиональное развитие посредством выбора студентами индивидуальных образовательных траекторий, организации системы общения между всеми участниками образовательного процесса, в том числе с использованием новых информационных технологий.
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование коммуникативных навыков в области разработки и производства полупроводниковых изделий (В36)	<p>1.Использование воспитательного потенциала профильных дисциплин «Введение в специальность», «Введение в технику физического эксперимента», «Измерения в микро- и наноэлектронике», «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»,</p>


«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 нанопроцессорами, 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 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/ Практ. (семинары ) / Лабораторные работы, час.	Обязат. текущий контроль (форма*, неделя)	Максимальный балл за раздел***	Аттестация раздела (форма*, неделя)	Индикаторы освоения компетенции
	8 Семестр						

1	Электрофизические и оптические методы	1-8	16/16/0		25	Кл-8	З-ПК-8, У-ПК-8, В-ПК-8, З-ПК-9, У-ПК-9, В-ПК-9, З-ПК-13, У-ПК-13, В-ПК-13, З-ПК-15, У-ПК-15, В-ПК-15
2	Методы спектроскопии	9-15	14/14/0		25	Кл-15	З-ПК-8, У-ПК-8, В-ПК-8, З-ПК-9, У-ПК-9, В-ПК-9, З-ПК-13, У-ПК-13, В-ПК-13, З-ПК-15, У-ПК-15, В-ПК-15
<i>Итого за 8 Семестр</i>			30/30/0		50		
	<b>Контрольные мероприятия за 8 Семестр</b>				50	3	З-ПК-8, У-ПК-8, В-ПК-8, З-ПК-9, У-ПК-9, В-ПК-9, З-ПК-13, У-ПК-13, В-ПК-13, З-ПК-15, У-ПК-15, В-ПК-15

\* – 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
З	Зачет

### КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недели	Темы занятий / Содержание	Лек.,	Пр./сем.,	Лаб.,
--------	---------------------------	-------	-----------	-------

		<b>час.</b>	<b>час.</b>	<b>час.</b>
	<i>8 Семестр</i>	30	30	0
<b>1-8</b>	<b>Электрофизические и оптические методы</b>	16	16	0
1 - 4	<b>Электрические методы измерения параметров полупроводников</b> Расчет удельного сопротивления полупроводникового образца. Определение концентрации носителей заряда по величине удельного сопротивления. Определение положения уровня Ферми. Определение энергии ионизации. Определение удельной емкости результатам ВФХ.	Всего аудиторных часов 0 Онлайн	8 0	0 0
1 - 4	<b>Электрические методы измерения параметров полупроводников</b> Зондовые методы измерения удельного сопротивления. Определение основных параметров полупроводников из измерений эффекта Холла. Емкостная спектроскопия полупроводников. Контроль диэлектрических свойств материалов электронной техники.	Всего аудиторных часов 8 Онлайн	0 0	0 0
5 - 8	<b>Оптические методы измерения параметров полупроводников</b> Физика взаимодействия электромагнитного излучения с полупроводниками. Определение основных параметров полупроводников из спектров поглощения и отражения. Определение параметров полупроводников из фотолюминесцентных и фотоэлектрических измерений.	Всего аудиторных часов 8 Онлайн	0 0	0 0
5 - 8	<b>Оптические методы измерения параметров полупроводников</b> Определение показателей преломления для полупроводников с разной шириной запрещенной зоны. Оценка ширины запрещенной зоны для полупроводников, чувствительных к излучению на определенной длине волны. Определение коэффициента поглощения света. Определение материалов по величине длины волны собственного излучения.	Всего аудиторных часов 0 Онлайн	8 0	0 0
<b>9-15</b>	<b>Методы спектроскопии</b>	14	14	0
9 - 12	<b>Магнитные свойства материалов твердотельной электроники</b> Измерение макроскопических магнитных свойств материалов. Физические основы радиоспектроскопии. ЭПР примесей в полупроводниках и диэлектриках. Возможности исследования ЯМР в полупроводниках.	Всего аудиторных часов 8 Онлайн	0 0	0 0
9 - 12	<b>Магнитные свойства материалов твердотельной электроники</b> Определение магнитной восприимчивости вещества. Определение ориентации граней полупроводникового материала по направлениям резки. Определение интенсивностей линий тонкой структуры спектра ЭПР для эффективных спинов. Расчет резонансных частот спектров ЭПР и ЯМР. Определение резонансной частоты спектра ЭПР. Определение межатомного расстояния из исследований ЯМР.	Всего аудиторных часов 0 Онлайн	8 0	0 0
13 - 15	<b>Методы контроля структуры, механических и</b>	Всего аудиторных часов		

	<b>тепловых свойств материалов твердотельной электроники</b> Определение величины увеличения микроскопа по результатам РЭМ-изображений. Определение симметрии кристаллов. Определение концентрации вещества методом электронно-зондового рентгеновского микроанализа и электронной спектроскопии для химического анализа. Определение модуля Юнга. Определение критического напряжения сдвига для скольжения. Расчет растягивающего напряжения.	0	6	0
<b>Онлайн</b>				
		0	0	0
13 - 15		<b>Всего аудиторных часов</b>		
		6	0	0
<b>Онлайн</b>				
		0	0	0

Сокращенные наименования онлайн опций:

<b>Обозначение</b>	<b>Полное наименование</b>
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 реализация программы используются следующие технологии:

- лекции по курсу традиционного типа, а также с использованием средств видеоконференцсвязи типа Zoom или аналогичных программ;
- самостоятельная работа: изучение дополнительных материалов.

## 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:

<b>Компетенция</b>	<b>Индикаторы освоения</b>	<b>Аттестационное мероприятие (КП 1)</b>
ПК-13	З-ПК-13	З, Кл-8, Кл-15

	У-ПК-13	З, Кл-8, Кл-15
	В-ПК-13	З, Кл-8, Кл-15
ПК-15	З-ПК-15	З, Кл-8, Кл-15
	У-ПК-15	З, Кл-8, Кл-15
ПК-8	В-ПК-15	З, Кл-8, Кл-15
	З-ПК-8	З, Кл-8, Кл-15
ПК-9	У-ПК-8	З, Кл-8, Кл-15
	В-ПК-8	З, Кл-8, Кл-15
	З-ПК-9	З, Кл-8, Кл-15
	У-ПК-9	З, Кл-8, Кл-15
	В-ПК-9	З, Кл-8, Кл-15

### 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 – «отлично»	A	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко иочно 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		B	
75-84		C	
70-74	4 – «хорошо»	D	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
65-69			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	3 – «удовлетворительно»	E	
Ниже 60	2 – «неудовлетворительно»	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 К 65 Методы исследования материалов и процессов : учебное пособие для вузов, Конюхов В. Ю., Москва: Юрайт, 2022
2. 539.2 Н58 Физические методы исследования поверхности твердых тел : , Черепин В.Т., Нефедов В.И., М.: Наука, 1983
3. 539.2 В67 Физические методы исследования структуры твердых тел Ч.1 Методы электронной микроскопии, Волков Н.В., М.: МИФИ, 2005

### **ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:**

1. 620 Б90 Методы исследования структуры полупроводников и металлов : учеб. пособие для вузов, Бублик В.Т., Дубровина А.Н., Москва: Металлургия, 1978
2. 541 В44 Физические методы исследования в химии: Структурные методы и оптическая спектроскопия : Учебник для вузов, Вилков Л.В., Пентин Ю.А., М.: Высш. школа, 1987

### **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**

### **1. Работа над конспектом лекции.**

Основу теоретического обучения студентов составляют лекции. Они дают систематизированные знания студентам о наиболее сложных и актуальных проблемах изучаемой дисциплины. На лекциях особое внимание уделяется не только усвоению студентами изучаемых проблем, но и стимулированию их активной познавательной деятельности, творческого мышления, развитию научного мировоззрения, профессионально-значимых свойств и качеств. Лекции по дисциплине «Физические методы исследования

материалов и структур» проводятся в виде аудиторных занятий, либо с использованием средств видеоконференцсвязи.

Осуществляя учебные действия на лекционных занятиях, студенты должны вести конспект, добиваться понимания изучаемого предмета, применения знаний на практике, при решении учебно-профессиональных задач. В случае недопонимания какой-либо части предмета следует задать вопрос в установленном порядке преподавателю. В процессе работы на лекции необходимо так же выполнять в конспектах модели изучаемого предмета (рисунки, схемы, чертежи и т.д.), которые использует преподаватель.

Работу над конспектом следует начинать с его доработки, желательно в тот же день, пока материал еще легко воспроизведим в памяти (через 10 часов после лекции в памяти остается не более 30-40 % материала). С целью доработки необходимо прочитать записи, восстановить текст в памяти, а также исправить описки, расшифровать не принятые ранее сокращения, заполнить пропущенные места, понять текст, вникнуть в его смысл. Далее прочитать материал по рекомендуемой литературе, разрешая в ходе чтения возникшие ранее затруднения, вопросы, а также дополняя и исправляя свои записи. Записи должны быть наглядными, для чего следует применять различные способы выделений. В ходе доработки конспекта углубляются, расширяются и закрепляются знания, а также дополняется, исправляется и совершенствуется конспект.

Подготовленный конспект и рекомендуемая литература используются при подготовке к экзамену. Примеры, задачи, вопросы по теме являются средством самоконтроля.

Непременным условием глубокого усвоения учебного материала является знание основ, на которых строится изложение материала. Обычно преподаватель напоминает, какой ранее изученный материал и в какой степени требуется подготовить к очередному занятию. Обращение к ранее изученному материалу не только помогает восстановить в памяти известные положения, выводы, но и приводит разрозненные знания в систему, углубляет и расширяет их. Каждый возврат к старому материалу позволяет найти в нем что-то новое, переосмыслить его с иных позиций, определить для него наиболее подходящее место в уже имеющейся системе знаний. Неоднократное обращение к пройденному материалу является наиболее рациональной формой приобретения и закрепления знаний.

## 2. Подготовка к практическому занятию

При подготовке к практическим занятиям студент должен изучить теоретическую часть объекта исследований. Для успешного освоения материала студентам рекомендуется сначала ознакомиться с учебным материалом, изложенным в лекциях и основной литературе, затем выполнить самостоятельные задания, при необходимости обращаясь к дополнительной литературе.

Для закрепления пройденного материала студенту необходимо подготовить отчет по предыдущей работе и ответить на вопросы преподавателя.

## 3. Самостоятельная работа

Самостоятельная работа предполагает работу с основной и дополнительной литературой. Если содержание материала легко усваиваемое, можно ограничиться составлением плана. Если материал содержит новую и трудно усваиваемую информацию, целесообразно его законспектировать. Конспект – это систематизированное, логичное изложение материала источника.

# 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 «Физические методы исследования материалов и структур» состоят из трех частей:

- лекции;
- практические занятия;
- 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 «Физические методы исследования материалов и структур».

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

2. Практические занятия - одна из форм систематических занятий, на которых студенты под руководством преподавателя приобретают практические умения и навыки по физическим методам исследования материалов электронной техники.

Цель практических занятий - предоставление возможностей для овладения практическими навыками по физическим методам исследования материалов и структур.

Преподаватель составляет план каждого практического занятия, в который входит:

- ознакомление студентов с техникой безопасности;
- определение целей и задач работы;
- теоретического описания объекта исследований;
- описание хода выполнения работы;
- подбор литературы, рекомендуемой студентам к данной теме.

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):

Рыжук Роман Валериевич