

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

ИНЖЕНЕРНО-ФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ БИОМЕДИЦИНЫ
КАФЕДРА ПОЛУПРОВОДНИКОВОЙ КВАНОВОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ И БИОФОТОНИКИ

ОДОБРЕНО НТС ИФИБ

Протокол № 5/25
от 18.11.2025

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ЛАЗЕРОВ

Направление подготовки
(специальность)

[1] 03.05.02 Фундаментальная и прикладная физика

Семестр	Трудоемкость, кредит.	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	В форме практических работ/ В подготовки/ В	СРС, час.	КСР, час.	Формы(ы) контроля, экз./зач./КР/КП
9	4	144	32	16	0		51	0	Э
Итого	4	144	32	16	0	16	51	0	

АННОТАЦИЯ

Дисциплина является частью профессионального модуля образовательной программы. В курсе рассматриваются физические основы технологических процессов изготовления полупроводниковых лазеров и современное состояние развития и применения этих лазеров.

Курс дает общие сведения по физическим основам технологии изготовления полупроводниковых лазеров, современном состоянии физики полупроводниковых лазеров, области их применений и технологии производства.

В курсе изучается физические основы технологии изготовления полупроводниковых лазеров: физические принципы выращивания монокристаллов, основных этапов получения лазерной (полупроводниковой) гетероструктуры, проведения планарных и постпланарных техпроцессов. Приводятся необходимые сведения из физики полупроводников, оптики волноводов и квантовой электроники, а также сведения о современном состоянии применения полупроводниковых лазеров.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

В курсе рассматриваются физические основы технологических процессов изготовления полупроводниковых лазеров и современное состояние развития и применения этих лазеров.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Курс дает общие сведения по физическим основам технологии изготовления полупроводниковых лазеров, современном состоянии физики полупроводниковых лазеров, области их применений и технологии производства.

В курсе изучается физические основы технологии изготовления полупроводниковых лазеров: физические принципы выращивания монокристаллов, основных этапов получения лазерной (полупроводниковой) гетероструктуры, проведения планарных и постпланарных техпроцессов. Приводятся необходимые сведения из физики полупроводников, оптики волноводов и квантовой электроники, а также сведения о современном состоянии применения полупроводниковых лазеров.

Овладение данной дисциплиной необходимо выпускникам для профессиональной деятельности в области исследований и разработок полупроводниковых лазеров, лазерных и оптоэлектронных систем на их основе.

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
научно-исследовательский			
- выявление актуальных проблем и тенденций в области физики - работа с научной литературой, в том числе с использованием информационных технологий, отслеживание отечественных и зарубежных работ в исследуемой области - выбор методов, современной аппаратуры и информационных технологий для проведения исследования - проведение теоретических и экспериментальных исследований	физические объекты и системы различного масштаба, уровня организации, физические явления и процессы, физические, инженерно-физические, биофизические технологии, методы, приборы, устройства	ПК-1.2 [1] - Способен применять на практике знания лазерной физики, физики полупроводников, оптики, физических основ взаимодействия излучения с веществом для качественного и количественного описания исследуемых объектов и явлений Основание: Профессиональный стандарт 40.039, 40.037, 40.006	З-ПК-1.2 [1] - Знать законы и принципы физики твердого тела, оптики, взаимодействия излучения с веществом, квантовой механики, лазерной физики У-ПК-1.2 [1] - Уметь формулировать, выделять, анализировать исходные данные об исследуемом объекте и явлении, исходя из законов и принципов физики твердого тела, оптики, взаимодействия излучения с веществом, квантовой механики, лазерной физики В-ПК-1.2 [1] - Владеть приемами и методами, используемыми в области физики твердого тела, оптики, взаимодействия излучения с веществом, квантовой механики, лазерной физики, для качественного и количественного описания исследуемых объектов и явлений
- выявление актуальных проблем и тенденций в области физики - работа с научной литературой, в том числе с использованием информационных технологий, отслеживание отечественных и	физические объекты и системы различного масштаба, уровня организации, физические явления и процессы, физические, инженерно-	ПК-1.4 [1] - Способен осуществлять научное руководство исследованиями в области лазерной физики, физики конденсированного вещества, взаимодействия излучения с веществом	З-ПК-1.4 [1] - Знать современное состояние, методы, проблемы и задачи исследований в области лазерной физики, физики конденсированного вещества, взаимодействия излучения с веществом У-ПК-1.4 [1] - Уметь формулировать цели и выделять задачи исследования в области

<p>зарубежных работ в исследуемой области - выбор методов, современной аппаратуры и информационных технологий для проведения исследования - проведение теоретических и экспериментальных исследований</p>	<p>физические, биофизические технологии, методы, приборы, устройства</p>	<p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт 40.011, 40.006</p>	<p>лазерной физики, физики конденсированного вещества, взаимодействия излучения с веществом и распределять их между исполнителями В-ПК-1.4 [1] - Владеть навыками организации и контроля работы коллектива исполнителей, выполняющих исследования в области лазерной физики, физики конденсированного вещества, взаимодействия излучения с веществом</p>
---	--	---	--

технологическо-трансферный			
<p>- разработка новых методов и методических подходов в научно-инновационных исследованиях и инженерно-технологической деятельности - формирование целей проекта (программы), критериев и показателей достижения целей, построение структуры их взаимосвязей, выявление приоритетов решения задач с учетом всех аспектов деятельности - разрабатывать технические задания на проектирование технологических процессов и схем</p>	<p>физические объекты и системы различного масштаба, уровня организации, физические явления и процессы, физические, инженерно-физические, биофизические технологии, методы, приборы, устройства</p>	<p>ПК-5 [1] - Способен принимать участие в разработке новых методов и методических подходов в научно-инновационных исследованиях и инженерно-технологической деятельности</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт 40.039, 40.008</p>	<p>З-ПК-5 [1] - знать современные направления исследований в своей профессиональной области У-ПК-5 [1] - уметь анализировать и выявлять перспективные направления в разработке новых методов и методических подходов в научно-инновационных исследованиях и инженерно-технологической деятельности В-ПК-5 [1] - владеть современными методиками и подходами в решении научно-инновационных и инженерно-технологических задач в профессиональной сфере</p>

производства устройств, приборов, систем и комплексов			
- разработка новых методов и методических подходов в научно-инновационных исследованиях и инженерно-технологической деятельности - формирование целей проекта (программы), критериев и показателей достижения целей, построение структуры их взаимосвязей, выявление приоритетов решения задач с учетом всех аспектов деятельности - разрабатывать технические задания на проектирование технологических процессов и схем производства устройств, приборов, систем и комплексов	физические объекты и системы различного масштаба, уровня организации, физические явления и процессы, физические, инженерно-физические, биофизические технологии, методы, приборы, устройства	ПК-6 [1] - Способен разрабатывать технические задания на проектирование технологических процессов и схем производства устройств, приборов, систем и комплексов <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт 40.039, 40.006, 06.001	З-ПК-6 [1] - знать основы проектирования технологических процессов производства устройств, приборов, систем и комплексов по профилю профессиональной деятельности У-ПК-6 [1] - уметь проводить анализ современных технологических процессов и схем производства, перспективных материалов для производства устройств, приборов, систем и комплексов по профилю профессиональной деятельности В-ПК-6 [1] - владеть навыками составления технического задания на проектирование технологических процессов и схем производства устройств, приборов, систем и комплексов по профилю профессиональной деятельности
- разработка новых методов и методических подходов в научно-инновационных исследованиях и инженерно-технологической деятельности -	физические объекты и системы различного масштаба, уровня организации, физические явления и	ПК-1.5 [1] - Способен к созданию и расчету устройств квантовой электроники и фотоники, применению их в науке, технике, промышленности и медицине	З-ПК-1.5 [1] - Знать особенности расчета, разработки и конструирования устройств квантовой электроники и фотоники с учетом сферы их применения

<p>формирование целей проекта (программы), критериев и показателей достижения целей, построение структуры их взаимосвязей, выявление приоритетов решения задач с учетом всех аспектов деятельности - разрабатывать технические задания на проектирование технологических процессов и схем производства устройств, приборов, систем и комплексов</p>	<p>процессы, физические, инженерно-физические, биофизические технологии, методы, приборы, устройства</p>	<p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт 40.039, 40.037</p>	<p>У-ПК-1.5 [1] - Уметь использовать имеющиеся знания и получать новые знания для генерации идей и подходов по созданию и расчету устройств квантовой электроники и фотоники В-ПК-1.5 [1] - Владеть навыками проведения расчета и опытно-конструкторских работ по созданию устройств квантовой электроники и фотоники, их настройки и диагностики</p>
<p>- разработка новых методов и методических подходов в научно-инновационных исследованиях и инженерно-технологической деятельности - формирование целей проекта (программы), критериев и показателей достижения целей, построение структуры их взаимосвязей, выявление приоритетов решения задач с учетом всех</p>	<p>физические объекты и системы различного масштаба, уровня организации, физические явления и процессы, физические, инженерно-физические, биофизические технологии, методы, приборы, устройства</p>	<p>ПК-1.6 [1] - Способен осуществлять техническое руководство проектно-изыскательскими работами при проектировании объектов, ввод в действие и освоение проектных мощностей в области квантовой электроники и фотоники</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт 40.039, 40.008, 06.005</p>	<p>3-ПК-1.6 [1] - Знать основные этапы проектно-изыскательских работ по проектированию приборов и устройств квантовой электроники и фотоники У-ПК-1.6 [1] - Уметь разрабатывать техническое задание на разработку, проектирование, изготовление, изучение новых приборов и устройств квантовой электроники и фотоники, разработку, проектирование, апробацию и внедрение технологий производства приборов и устройств квантовой электроники и фотоники</p>

аспектов деятельности - разрабатывать технические задания на проектирование технологических процессов и схем производства устройств, приборов, систем и комплексов			В-ПК-1.6 [1] - Владеть навыками оценки предлагаемых решений, планов работ, проектов с точки зрения их эффективности и оптимальности, подготовки экспертного заключения
- разработка новых методов и методических подходов в научно-инновационных исследованиях и инженерно-технологической деятельности - формирование целей проекта (программы), критериев и показателей достижения целей, построение структуры их взаимосвязей, выявление приоритетов решения задач с учетом всех аспектов деятельности - разрабатывать технические задания на проектирование технологических процессов и схем производства устройств, приборов, систем и комплексов	физические объекты и системы различного масштаба, уровня организации, физические явления и процессы, физические, инженерно-физические, биофизические технологии, методы, приборы, устройства	ПК-1.7 [1] - Способен разрабатывать комплексные проекты по созданию новых приборов, устройств квантовой электроники и фотоники, и технологий их производства, с поэтапным планированием выполнения работ <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт 40.008, 40.037, 40.034, 40.006, 06.001	3-ПК-1.7 [1] - Знать актуальные задачи в области разработки и проектирования приборов и устройств квантовой электроники и фотоники, технологий их производства У-ПК-1.7 [1] - Уметь проводить сравнительную оценку разработок в области квантовой электроники и фотоники В-ПК-1.7 [1] - Владеть навыками планирования работ по разработке приборов и устройств квантовой электроники и фотоники, технологий их производства

4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направления/цели воспитания	Задачи воспитания (код)	Воспитательный потенциал дисциплин
Профессиональное воспитание	- формирование ответственности за профессиональный выбор, профессиональное развитие и профессиональные решения (B18)	Использование воспитательного потенциала дисциплин 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	- формирование научного мировоззрения, культуры поиска нестандартных научно-технических/практических решений, критического отношения к исследованиям лженаучного толка (B19)	<p>1.Использование воспитательного потенциала дисциплин/практик «Научно-исследовательская работа», «Проектная практика», «Научный семинар» для:</p> <ul style="list-style-type: none"> - формирования понимания основных принципов и способов научного познания мира, развития исследовательских качеств студентов посредством их вовлечения в исследовательские проекты по областям научных исследований. <p>2.Использование воспитательного потенциала дисциплин "История науки и инженерии", "Критическое мышление и основы научной коммуникации", "Введение в специальность", "Научно-исследовательская работа", "Научный семинар" для:</p> <ul style="list-style-type: none"> - формирования способности отделять настоящие научные исследования от лженаучных посредством проведения со студентами занятий и регулярных бесед; - формирования критического мышления, умения рассматривать различные исследования с экспертной позиции посредством обсуждения со студентами современных исследований, исторических предпосылок

		появления тех или иных открытий и теорий.
Профессиональное воспитание	<p>- формирование культуры безопасности при работе с лазерным излучением (В32);</p>	<p>1.Использование воспитательного потенциала дисциплин «Введение в специальность», «Основы и применение синхротронного излучения», «Физика биологического действия радиации» и всех видов практик – ознакомительной, научно-исследовательской, педагогической, преддипломной для:</p> <p>- формирования культуры работы с патогенами, обеспечивающей безопасность и не распространение, приборами дозиметрического контроля, радиационной и экологической безопасности посредством тематического акцентирования в содержании дисциплин и учебных заданий, подготовки эссе, рефератов, дискуссий по вопросам биобезопасности.</p> <p>Использование воспитательного потенциала профильных дисциплин и всех видов практик для: - формирования этических основ проведения экспериментов с использованием лабораторных животных посредством обсуждения техники безопасной работы с высокотехнологичным экспериментальным оборудованием, высокопроизводительной вычислительной техникой и с живыми системами.</p>

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
	<i>9 Семестр</i>						
1	Первый раздел	1-8	16/8/0		25	КИ-8	З-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5, З-ПК-6, У-ПК-6, В-ПК-6, З-ПК-1.2, У-ПК-1.2, В-ПК-1.2, З-ПК-1.4, У-ПК-1.4, В-ПК-1.4, З-ПК-1.5, У-ПК-1.5, В-ПК-1.5, З-ПК-1.6, У-ПК-1.6, В-ПК-1.6, З-ПК-1.7, У-ПК-1.7, В-ПК-1.7
2	Второй раздел	9-16	16/8/0		25	КИ-16	З-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5, З-ПК-6, У-ПК-6, В-ПК-6, З-ПК-1.2, У-ПК-1.2, В-ПК-1.2, З-ПК-1.4, У-ПК-1.4, В-ПК-1.4, З-ПК-1.5, У-ПК-1.5, В-ПК-1.5, З-ПК-1.6, У-ПК-1.6, В-ПК-1.6, З-ПК-1.7, У-ПК-1.7, В-ПК-1.7
	<i>Итого за 9 Семестр</i>		32/16/0		50		

	Контрольные мероприятия за 9 Семестр				50	Э	З-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5, З-ПК-6, У-ПК-6, В-ПК-6, З-ПК-1.2, У-ПК-1.2, В-ПК-1.2, З-ПК-1.4, У-ПК-1.4, В-ПК-1.4, З-ПК-1.5, У-ПК-1.5, В-ПК-1.5, З-ПК-1.6, У-ПК-1.6, В-ПК-1.6, З-ПК-1.7, У-ПК-1.7, В-ПК-1.7
--	---	--	--	--	----	---	--

* – 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
КИ	Контроль по итогам
З	Зачет

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недели	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем., час.	Лаб., час.
	<i>9 Семестр</i>	32	16	0
1-8	Первый раздел	16	8	0
	Тема 1. Введение в курс “Физические основы технологии полупроводниковых лазеров” История исследований, создания и развития полупроводниковых лазеров, современный уровень развития. Основные проблемы, решением которых развивалась физика и технология полупроводниковых лазеров.	Всего аудиторных часов 4 Онлайн 0	2 0 0	0
	Тема 2. Физика полупроводниковых гомо и гетеропереходов P-N переходы и гетеропереходы, диэлектрические волноводы , решения волнового уравнения для плавных и ступенчатых волноводов. Влияние носителей заряда на волноводные свойства активной области	Всего аудиторных часов 6 Онлайн 0	3 0 0	0

	полупроводникового лазера. Реальная и мнимая части диэлектрической проницаемости.			
	Тема 3. Оптические резонаторы Методы анализа оптических резонаторов. Влияние резонатора на мощность генерации и к.п.д. полупроводникового лазера. Устойчивые открытие резонаторы. Резонаторы с плоскими зеркалами. Неустойчивые открытые резонаторы. Резонаторы с уголковыми отражателями.	Всего аудиторных часов 6 3 0 Онлайн 0 0 0		
9-16	Второй раздел	16	8	0
	Тема 4. Оптические свойства полупроводниковых лазеров Оптические свойства многокомпонентных полупроводников. Вынужденное излучение в инжекционных лазерах. Оптика гетеролазеров. Распределение излучения в ближней и дальней зонах. Излучательные свойства полосковых лазеров. Ввод излучения диодных (полупроводниковых) лазеров и линеек в волоконный световод.	Всего аудиторных часов 6 3 0 Онлайн 0 0 0		
	Тема 5. Электрические и теплофизические свойства полупроводниковых лазеров Электрические характеристики инжекционных лазеров. Тепловыделение в кристалле инжекционного лазера. Отвод тепла в окружающую среду. Тепловое сопротивление. Характеристики при повышенной и пониженной температурах эксплуатации.	Всего аудиторных часов 6 3 0 Онлайн 0 0 0		
	Тема 6. Физические основы процессов планарного цикла. Физические принципы основных технологических операций цикла изготовления полупроводниковых лазеров.	Всего аудиторных часов 4 2 0 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 освоении данной дисциплины основную роль играют аудиторные занятия в виде лекций и практических занятий, а также самостоятельная работа студентов, заключающаяся в

выполнении повторения ранее пройденного материала и подготовке к контрольным мероприятиям.

С целью формирования и развития профессиональных навыков, обучающихся в учебном процессе, широко используются технологии активного обучения – обсуждение тем для самостоятельного изучения.

Для того чтобы дать современное состояние технологии производства полупроводниковых лазеров, предусмотрено широкое использование современных научных работ и публикаций по данной теме, посещение лабораторий НИЯУ МИФИ и ФИАН. Рекомендуется посещение студентами научных семинаров и конференций, проводимых в ФИАН, в НИЯУ МИФИ, а также в других организациях.

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-5	З-ПК-5	Э, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-5	Э, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-5	Э, КИ-8, КИ-16
ПК-6	З-ПК-6	Э, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-6	Э, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-6	Э, КИ-8, КИ-16
ПК-1.2	З-ПК-1.2	Э, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-1.2	Э, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-1.2	Э, КИ-8, КИ-16
ПК-1.4	З-ПК-1.4	Э, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-1.4	Э, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-1.4	Э, КИ-8, КИ-16
ПК-1.5	З-ПК-1.5	Э, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-1.5	Э, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-1.5	Э, КИ-8, КИ-16
ПК-1.6	З-ПК-1.6	Э, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-1.6	Э, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-1.6	Э, КИ-8, КИ-16
ПК-1.7	З-ПК-1.7	Э, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-1.7	Э, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-1.7	Э, КИ-8, КИ-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 – «отлично»	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 – «хорошо»	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 – «удовлетворительно»	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 – «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 Б 82 Лазеры: устройство и действие : , Санкт-Петербург: Лань, 2022
2. 621.3 М29 Нанотехнологии для микро- и оптоэлектроники : , Москва: Техносфера, 2007
3. ЭИ З-47 Основы физики полупроводников : учебное пособие, Москва: Физматлит, 2009
4. ЭИ А 46 Технология полупроводниковых материалов : , Санкт-Петербург: Лань, 2022
5. 620 Г87 Материаловедение для микро- и наноэлектроники : учебное пособие для вузов, Д. В. Громов , А. А. Краснюк , Москва: МИФИ, 2008

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 537 А71 Введение в теорию полупроводников : Учебное пособие для вузов, А. И. Ансельм, Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2008
2. 621.38 П19 Полупроводниковые приборы : учебное пособие для вузов, В. В. Пасынков, Л. К. Чиркин, Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2009
3. 621.38 К64 Физика полупроводниковых приборов: режимы работы и параметры : учебное пособие, С. В. Кондратенко, В. А. Королев , Москва: МИФИ, 2009

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

Для реализации дисциплины используются учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы. Учебные аудитории укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения – мультимедийным оборудованием. Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены рабочими местами, в том числе компьютерной техникой, с возможностью выхода в сеть «Интернет».

10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ

Комплекс дисциплины предполагает ряд основных видов работы:

- аудиторная работа в виде лекций и практических занятий,
- самостоятельная работа,
- выполнение домашних заданий,
- выполнение контрольных заданий.

Перечисленные виды работы составляют целостную систему обучения, обеспечивающую разностороннюю подготовку обучающегося и призваны к приобретению новых компетенций и повышению уровня его компетентности.

Структура курса предполагает освоение каждой предлагаемой темы в несколько этапов.

Начальный этап предусматривает проведение лекционный занятий.

На последующих этапах проводятся практические занятия, на которых студенты демонстрируют знания лекционного материала, подготовленность к занятиям, выполнение домашнего задания. Также предполагается самостоятельная работа студента по предложенным темам с последующим контролем со стороны преподавателя.

На заключительном этапе работы студентам предлагаются такие виды работы, как выполнение контрольных заданий.

Текущий контроль: в течение семестра выполняются следующие контрольных мероприятий:

- выполнение домашнего задания;
- выполнение контрольных заданий.

Результаты выполнения контрольных мероприятий являются основанием для допуска к сдаче зачета по дисциплине.

Промежуточный контроль осуществляется методом проверки и оценки ответов на предложенные вопросы.

Промежуточный контроль: по окончании курса учебным планом предусмотрено проведение зачета.

Система оценки успеваемости студента

Для оценки успеваемости студента применяется 100-балльная система, которая позволяет учитывать работу студента в течение семестра и ответ на предложенные вопросы на зачете.

Учебная работа студента в семестре оценивается по следующим категориям: показатели посещаемости и эффективности работы на каждом занятии, результаты выполнения контрольных мероприятий.

Максимальное количество баллов, которое студент может получить в ходе аудиторной и самостоятельной работы в семестре, составляет 50 баллов.

Минимальное количество баллов, которое необходимо для допуска студента к промежуточной аттестации, составляет 30 баллов.

По итогам семестра проводится промежуточная аттестация, которая включает в себя письменный и устный ответ на предложенные вопросы.

В совокупности за промежуточную аттестацию студент может получить 50 баллов.

Итого, максимальная оценка по курсу по итогам семестра составляет 100 баллов, для аттестации по курсу необходимо набрать минимум 60 баллов.

11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

Комплекс дисциплины предполагает ряд основных видов работы:

- аудиторная работа в виде лекций и практических занятий,
- самостоятельная работа,
- выполнение домашних заданий,
- выполнение контрольных заданий.

Перечисленные виды работы составляют целостную систему обучения, обеспечивающую разностороннюю подготовку обучающегося и призваны к приобретению новых компетенций и повышению уровня его компетентности.

Структура курса предполагает освоение каждой предлагаемой темы в несколько этапов.

Начальный этап предусматривает проведение лекционный занятий.

На последующих этапах проводятся практические занятия, на которых студенты демонстрируют знания лекционного материала, подготовленность к занятиям, выполнение домашнего задания. Также предполагается самостоятельная работа студента по предложенными темам с последующим контролем со стороны преподавателя.

На заключительном этапе работы студентам предлагаются такие виды работы, как выполнение контрольных заданий.

Текущий контроль: в течение семестра выполняются следующие контрольных мероприятий:

- выполнение домашнего задания;
- выполнение контрольных заданий.

Результаты выполнения контрольных мероприятий являются основанием для допуска к сдаче зачета по дисциплине.

Промежуточный контроль осуществляется методом проверки и оценки ответов на предложенные вопросы.

Промежуточный контроль: по окончании курса учебным планом предусмотрено проведение зачета.

Система оценки успеваемости студента

Для оценки успеваемости студента применяется 100-балльная система, которая позволяет учитывать работу студента в течение семестра и ответ на предложенные вопросы на зачете.

Учебная работа студента в семестре оценивается по следующим категориям: показатели посещаемости и эффективности работы на каждом занятии, результаты выполнения контрольных мероприятий.

Максимальное количество баллов, которое студент может получить в ходе аудиторной и самостоятельной работы в семестре, составляет 50 баллов.

Минимальное количество баллов, которое необходимо для допуска студента к промежуточной аттестации, составляет 30 баллов.

По итогам семестра проводится промежуточная аттестация, которая включает в себя письменный и устный ответ на предложенные вопросы.

В совокупности за промежуточную аттестацию студент может получить 50 баллов.

Итого, максимальная оценка по курсу по итогам семестра составляет 100 баллов, для аттестации по курсу необходимо набрать минимум 60 баллов.

Автор(ы):

Микаелян Геворк Татевосович, д.ф.-м.н.