

ИНСТИТУТ НАНОТЕХНОЛОГИЙ В ЭЛЕКТРОНИКЕ, СПИНТРОНИКЕ И ФОТОНИКЕ

КАФЕДРА МИКРО- И НАНОЭЛЕКТРОНИКИ

ОДОБРЕНО НТС ИНТЭЛ

Протокол № 2

от 26.04.2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВЫ ОПТОЭЛЕКТРОНИКИ

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	2	72	16	16	16		24	0	3
Итого	2	72	16	16	16	0	24	0	

АННОТАЦИЯ

В курсе рассматриваются следующие темы: воздействие оптического излучения на полупроводники; полупроводниковые фотоприемники и фотоэлектрические преобразователи изображения; полупроводниковые источники видимого и инфракрасного излучения; оптроны; устройства отображения информации; волоконно-оптические линии связи; элементы интегральной оптики; оптоэлектронные системы обработки информации.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения учебной дисциплины являются: формирование знаний по основным элементам оптоэлектронных систем, их устройстве и принципах работы.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина относится к циклу дисциплин специализации, обеспечивающих подготовку по основам оптоэлектроники. Ее изучение базируется на следующих курсах:

- Математика;
- Общая физика;
- Неорганическая химия;
- Теоретические основы специальности: основы микроэлектроники;
- Материаловедение;
- Технология интегральных микросхем.

Для освоения данной дисциплины необходимо:

- знать физические основы микроэлектроники, теорию работы и основные характеристики полупроводниковых приборов, их математические модели;
- уметь выполнять численные оценки параметров оптоэлектронных приборов;
- владеть навыками математических расчетов с использованием компьютера.

Освоение данной дисциплины необходимо при последующем изучении дисциплин:

- Проектирование интегральных микросхем;
- Микроэлектронные радиотехнические устройства;
- Основы видеотехники.

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	Объект или	Код и наименование	Код и наименование
--------	------------	--------------------	--------------------

профессиональной деятельности (ЗПД)	область знания	профессиональной компетенции; Основание (профессиональный стандарт-ПС, анализ опыта)	индикатора достижения профессиональной компетенции
научно-исследовательский			
Математическое моделирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования	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 наноэлектроники. Инновационные технические решения в сфере базовых постулатов проектирования, технологии изготовления и применения электронных приборов и устройств.	ПК-1 [1] - Способен применять простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011	З-ПК-1[1] - Знание физических и математических моделей типовых приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники. ; У-ПК-1[1] - Умение применять физические и математические модели устройств электроники и наноэлектроники различного функционального назначения; В-ПК-1[1] - Владение стандартными программными средствами компьютерного моделирования устройств и установок электроники и наноэлектроники
Анализ научно-технической информации,	Материалы, компоненты, электронные	ПК-1.1 [1] - Способен применять представления,	З-ПК-1.1[1] - Знать основные концепции физики

<p>отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования</p>	<p>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.</p>	<p>концепции и модели физики конденсированного состояния для описания явлений и процессов в твердых телах, качественного и количественного анализа параметров и характеристик твердых тел для приложений электроники и нанoeлектроники.</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011</p>	<p>конденсированного состояния, физики твердого тела и физики полупроводников, имеющие значение для электроники и нанoeлектроники; У-ПК-1.1[1] - Уметь применять представления, концепции и модели физики конденсированного состояния для описания явлений и процессов в твердотельных приборах и устройствах электроники и нанoeлектроники; В-ПК-1.1[1] - Владеть основными методами качественного и количественного анализа параметров и характеристик твердых тел для приложений электроники и нанoeлектроники</p>
<p>математическое моделирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования; участие в планировании и проведении</p>	<p>электронные приборы, устройства, установки, методы их исследования, математические модели</p>	<p>ПК-2.1 [1] - Способен применять методы и концепции экспериментальной физики конденсированного состояния вещества, лазерной физики, фотоники, физики микро- и наносистем для решения функциональных, технических и</p>	<p>З-ПК-2.1[1] - Знать: законы и экспериментальные методы экспериментальной физики конденсированного состояния вещества, лазерной физики, физики микро- и наносистем, принципы функционирования элементов и устройств</p>

<p>экспериментов по заданной методике, обработка результатов с применением современных информационных технологий и технических средств; анализ научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования; организация защиты объектов интеллектуальной собственности и результатов исследований и разработок как коммерческой тайны предприятий</p>		<p>технологических проблем при создании и эксплуатации элементов и устройств, функционирующих на принципах опто- и наноэлектроники</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011</p>	<p>фотоники, опто- и наноэлектроники; У-ПК-2.1[1] - Уметь: анализировать научно-техническую проблему, поставленную задачу в области физики конденсированного состояния вещества, физики наноструктур, фотоники и предлагать возможные пути ее решения; В-ПК-2.1[1] - Владеть: навыками экспериментальной работы на специализированном научном оборудовании и устройствах в области фотоники, физики наноструктур, лазерной физики, опто- и наноэлектроники, моделирования и численных расчетов применительно к поставленной задаче</p>
<p>Анализ научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования</p>	<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.</p>	<p>ПК-3 [1] - Способен анализировать и систематизировать результаты исследований, определять степень достоверности результатов экспериментальных исследований, сопоставлять полученные результаты с мировым уровнем, представлять материалы в виде научных отчетов, публикаций, презентаций, баз данных</p> <p><i>Основание:</i></p>	<p>З-ПК-3[1] - Знание законов статистической физики; У-ПК-3[1] - Умение находить научную информацию в базах данных, выполнять её анализ и систематизацию, представлять результаты своих исследований в виде докладов, отчётов и публикаций.; В-ПК-3[1] - Владение методами обработки результатов измерений</p>

	Современное программное и информационное обеспечение процессов моделирования и проектирования изделий электроники и микроэлектроники. Инновационные технические решения в сфере базовых постулатов проектирования, технологии изготовления и применения электронных приборов и устройств.	Профессиональный стандарт: 01.001, 40.011	
--	---	---	--

4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направления/цели воспитания	Задачи воспитания (код)	Воспитательный потенциал дисциплин
Профессиональное и трудовое воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование глубокого понимания социальной роли профессии, позитивной и активной установки на ценности избранной специальности, ответственного отношения к профессиональной деятельности, труду (В14)	1.Использование воспитательного потенциала дисциплин естественнонаучного и общепрофессионального модуля для: - формирования позитивного отношения к профессии инженера (конструктора, технолога), понимания ее социальной значимости и роли в обществе, стремления следовать нормам профессиональной этики посредством контекстного обучения, решения практико-ориентированных ситуационных задач. - формирования устойчивого интереса к профессиональной деятельности, способности критически, самостоятельно мыслить, понимать значимость профессии посредством осознанного выбора тематики проектов, выполнения проектов с последующей публичной презентацией результатов, в том числе обоснованием их социальной и практической значимости; - формирования навыков командной работы, в том числе реализации различных проектных ролей (лидер,

		исполнитель, аналитик и пр.) посредством выполнения совместных проектов. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплины «Экономика и управление в промышленности на основе инновационных подходов к управлению конкурентоспособностью», «Юридические основы профессиональной деятельности» для: - формирования навыков системного видения роли и значимости выбранной профессии в социально-экономических отношениях через контекстное обучение
Профессиональное и трудовое воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование психологической готовности к профессиональной деятельности по избранной профессии (B15)	Использование воспитательного потенциала дисциплин общепрофессионального модуля для: - формирования устойчивого интереса к профессиональной деятельности, потребности в достижении результата, понимания функциональных обязанностей и задач избранной профессиональной деятельности, чувства профессиональной ответственности через выполнение учебных, в том числе практических заданий, требующих строгого соблюдения правил техники безопасности и инструкций по работе с оборудованием в рамках лабораторного практикума.
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, критический анализ публикаций в профессиональной области, вовлечения в реальные междисциплинарные научно-исследовательские проекты.
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, 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	Создание условий, обеспечивающих, формирование навыков коммуникации, командной работы и лидерства (B20)	1. Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для развития навыков коммуникации, командной работы и лидерства, творческого инженерного мышления, стремления следовать в профессиональной деятельности нормам поведения, обеспечивающим нравственный характер трудовой деятельности и неслужебного поведения, ответственности за принятые решения через подготовку групповых курсовых работ и практических заданий, решение кейсов, прохождение практик и подготовку ВКР. 2. Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для: - формирования производственного коллективизма в ходе совместного решения как модельных, так и практических задач, а также путем подкрепление рационально-технологических навыков взаимодействия в проектной деятельности эмоциональным эффектом успешного взаимодействия, ощущением роста общей эффективности при распределении

		<p>проектных задач в соответствии с сильными компетентностными и эмоциональными свойствами членов проектной группы.</p>
<p>Профессиональное воспитание</p>	<p>Создание условий, обеспечивающих, формирование способности и стремления следовать в профессии нормам поведения, обеспечивающим нравственный характер трудовой деятельности и неслужебного поведения (B21)</p>	<p>1. Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для развития навыков коммуникации, командной работы и лидерства, творческого инженерного мышления, стремления следовать в профессиональной деятельности нормам поведения, обеспечивающим нравственный характер трудовой деятельности и неслужебного поведения, ответственности за принятые решения через подготовку групповых курсовых работ и практических заданий, решение кейсов, прохождение практик и подготовку ВКР. 2. Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для: - формирования производственного коллективизма в ходе совместного решения как модельных, так и практических задач, а также путем подкрепление рационально-технологических навыков взаимодействия в проектной деятельности эмоциональным эффектом успешного взаимодействия, ощущением роста общей эффективности при распределении проектных задач в соответствии с сильными компетентностными и эмоциональными свойствами членов проектной группы.</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 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</p>

		<p>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; 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 нанопроцессорами, оптическими модуляторами и применением новых материалов в нанoeлектронных компонентах через организацию практикумов в организациях по</p>
--	--	---

		<p>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 (В36)</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; 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</p>

		<p>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>
--	--	--

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>7 Семестр</i>						
1	Часть 1	1-8	8/8/8		25	КИ-8	3-ПК-1.1, У-ПК-1.1, 3-ПК-2.1,

							У-ПК-2.1, 3-ПК-3, У-ПК-3, 3-ПК-1, У-ПК-1
2	Часть 2	9-16	8/8/8		25	КИ-16	В-ПК-2.1, В-ПК-1, В-ПК-1.1
	<i>Итого за 7 Семестр</i>		16/16/16		50		
	Контрольные мероприятия за 7 Семестр				50	3	У-ПК-1.1, В-ПК-1.1, 3-ПК-2.1, У-ПК-2.1, В-ПК-2.1, 3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, 3-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, 3-ПК-1.1

* – 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>7 Семестр</i>	16	16	16
1-8	Часть 1	8	8	8
1 - 3	<p>Введение. Понятие оптоэлектроники. Роль оптоэлектронной связи в устройствах преобразования электрических и оптических сигналов. Характеристика современного уровня оптоэлектроники.</p> <p>Собственное оптическое поглощение. Поглощение света, связанное с фотоионизацией и возбуждением примесей. Поглощение света при переходах в квантовых ямах. Фотоионизация и фотопроводимость. Квантовый выход фотоионизации. Спектральная зависимость фотопроводимости.</p>	Всего аудиторных часов		
		3	3	3
		Онлайн		
		0	0	0
4 - 5	<p>Полупроводниковые фотоприемники видимого и ИК излучения. Характеристики фотоприемников. Собственные и примесные фоторезисторы. Выбор материалов и примесей для примесных фоторезисторов. Рабочие температуры примесных фоторезисторов. Фотоприемники на квантовых ямах. Фотодиоды. Структурные и электрофизические параметры, определяющие чувствительность и спектральную характеристику фотодиодов. Лавинно-пролетные и p-i-n фотодиоды. Фототранзисторы, фототиристоры.</p> <p>Рекомбинационное излучение в полупроводниках. Инжекционные светодиоды. Материалы для светодиодов, их конструкции. Характеристики светодиодов – вольтамперная, спектральная, яркостная. Светодиоды на гетеропереходах. Полупроводниковые лазеры – принцип действия, конструкция. Лазеры на гетеропереходах.</p>	Всего аудиторных часов		
		3	3	3
		Онлайн		
		0	0	0
6 - 8	<p>Фотоэлектрические преобразователи изображения. Режим работы фотоэлектрических преобразователей изображения (ФЭПИ). Режим накопления заряда. Фоточувствительные матрицы на основе фотоприемников с накоплением заряда на емкости p-n перехода. Их организация и параметры. ФЭПИ на основе приборов с зарядовой связью (ПЗС). Способы организации фоточувствительных матриц на основе ПЗС, их основные</p>	Всего аудиторных часов		
		2	2	2
		Онлайн		
		0	0	0

	параметры. Фотоматрицы на квантовых ямах.			
9-16	Часть 2	8	8	8
9 - 11	Оптроны. Системы отображения информации. Классификация и параметры элементарных оптронов. Применение оптронов в электронных устройствах. Конструкции оптронов. Цифровые и буквенно-цифровые матричные панели на основе сегментных индикаторов. Типы сегментных индикаторов – электролюминесцентные, светодиодные, жидкокристаллические. Схемы управления цифровыми индикаторами, работающие в непрерывном и мультиплексном режимах.	Всего аудиторных часов		
		3	3	3
		Онлайн		
		0	0	0
12 - 13	Волоконно-оптические линии связи. Преимущества оптических линий связи. Физические основы работы световода. Материалы для оптических волоконных элементов. Основные характеристики волоконных световодов. Применение волоконных световодов.	Всего аудиторных часов		
		3	3	3
		Онлайн		
		0	0	0
14 - 16	Элементы интегральной оптики. Оптоэлектронные системы обработки информации. Пленочные световоды. Призмённые и решетчатые элементы ввода-вывода излучения. Принципиальная схема и основные функциональные блоки электронно-оптических систем обработки информации. Оптический процессор. Модуляторы и дефлекторы светового излучения.	Всего аудиторных часов		
		2	2	2
		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

ТЕМЫ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

Недели	Темы занятий / Содержание
	<i>7 Семестр</i>
1 - 3	Работа 1 Ознакомление с работой биполярного транзистора в режиме накопления заряда. Проводится измерение зависимости выходного сигнала от освещенности для трех

	частот опроса.
4 - 5	Работа 2 Исследование фотоприемного устройства на основе полевого транзистора с управляющим р-п переходом. Изучаются зависимости характеристик от частоты и амплитуды импульсов опроса.
6 - 8	Работа 3 Изучение спектральной характеристики биполярного транзистора. С помощью монохроматора и фотодиода с известной спектральной характеристикой измеряется спектральная зависимость выходного сигнала планарного биполярного кремниевый транзистора.
9 - 12	Работа 4 Исследование оптронов. Измеряются передаточные характеристики диодного, транзисторного и тиристорного оптронов, а также быстродействие транзисторного и тиристорного оптронов.
13 - 16	Работа 5 Исследование спектральной характеристики потерь излучения в волоконном световоде. Используя монохроматор, фотодиод с известной спектральной характеристикой и фототранзистор, измеряется спектр потерь излучения в волоконном световоде.

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Традиционные лекции и лабораторные работы, а также самостоятельное повторение материала лекций и изучение дополнительной литературы.

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-1	З-ПК-1	З, КИ-8
	У-ПК-1	З, КИ-8
	В-ПК-1	З, КИ-16
ПК-1.1	З-ПК-1.1	З, КИ-8
	У-ПК-1.1	З, КИ-8
	В-ПК-1.1	З, КИ-16
ПК-2.1	З-ПК-2.1	З, КИ-8
	У-ПК-2.1	З, КИ-8
	В-ПК-2.1	З, КИ-16
ПК-3	З-ПК-3	З, КИ-8
	В-ПК-3	З

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 И 26 Оптоэлектроника и нанофотоника : учебное пособие, Санкт-Петербург: Лань, 2020
2. ЭИ П 60 Основы теории преобразования сигналов в оптико-электронных системах : учебное пособие, Санкт-Петербург: Лань, 2022
3. 537 Ш18 Физика полупроводников : учебник, К. В. Шалимова , Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2010

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 621.38 М86 Лабораторный практикум по курсу "Основы оптоэлектроники" : , Мочалкина О.Р., Воронов Ю.А., Смирнов А.И., Москва: МИФИ, 2002

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

В ходе освоения материалов дисциплины студентам рекомендуется уделять особое внимание следующим вопросам:

1. Оптическое поглощение в полупроводниках. Виды поглощения. Закон Бугера-Ламберта.
2. Оптроны. Классификация оптронов. Параметры. Оптореле.
3. Прямозонные и не прямозонные полупроводники. Правило отбора. Спектральная зависимость коэффициента поглощения.
4. Волоконно-оптические линии связи. Требования к материалам конструкции.
5. Фотопроводимость. Квантовая эффективность фотоионизации.
6. Элементы интегральной оптики. Материалы светопроводящих пленок.
7. Особенности поглощения ИК излучения. Примесное поглощение. Узкозонные полупроводники.
8. Электрооптические дефлекторы дискретного типа. Дефлектор Брега.
9. Фоторезисторы, фотодиоды.
10. Физические эффекты и материалы для реализации пространственно-временных модуляторов света.

11. Фототранзисторы, фоторезисторы.
12. Высококачественные спектроанализатор.
13. Светодиоды. Материалы для светодиодов. Квантовая эффективность светодиодов.
14. Ввод излучения в интегральные светодиоды.
15. Методы повышения внешней квантовой эффективности светодиодов.
16. Фото ПЗС.
17. Многоэлементные фотоприемники. Режим накопления заряда.
18. Полупроводниковые лазеры.
19. Электролюминесцентные конденсаторы.
20. Оптические процессоры. Принцип действия. Структурная схема.

11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

При изложении ключевых вопросов, касающихся физических основ оптоэлектроники, имеет смысл напомнить студентам основные положения квантовой механики и статистики. При этом особое внимание следует уделить разделам Квантование свободного электромагнитного поля и Фотон. Основные понятия стоит вводить достаточно подробно, при необходимости повторяя наиболее сложные математические выкладки. Как показывает практика студенты зачастую частично забывают математический аппарат и ряд преобразований дается им с трудом. Рассматривая раздел Приборы оптоэлектроники, необходимо подробнее остановиться на устройстве и физических принципах лазеров, а также на волоконно-оптических линиях связи, повсеместно вторгающихся в современный быт

Автор(ы):

Воронов Юрий Александрович, к.т.н., доцент