

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ
Директор ИШНПТ
Яковлев А.Н.
«02» 09 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2020 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

Измерение неэлектрических величин			
Направление подготовки/ специальность Образовательная программа (направленность (профиль)) Специализация Уровень образования	12.03.02 Оптотехника		
	Лазерная и световая техника		
	Оптико-электронные приборы и системы		
	высшее образование - бакалавриат		
Курс	3	семестр	5
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	6		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции		32
	Практические занятия		24
	Лабораторные занятия		32
	ВСЕГО		88
Самостоятельная работа, ч		128	
ИТОГО, ч		216	

Вид промежуточной аттестации	экзамен, зачет	Обеспечивающее подразделение	ОМ ИШНПТ
Заведующий кафедрой - руководитель отделения			Клименов В.А.
Руководитель ООП			Степанов С. А.
Преподаватель			Степанов С. А.

2020 г.

1.Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины является формирование у обучающихся определенного ООП (п. 5.4 Общей характеристики ООП) состава компетенций для подготовки к профессиональной деятельности.

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции)	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
ОПК(У)-3	Способен проводить экспериментальные исследования и измерения, обрабатывать и представлять полученные данные с учетом специфики оптических измерений	И.ОПК(У)- 3.1	Выбирает и использует соответствующие ресурсы, современные методики и оборудование для проведения экспериментальных исследований и измерений	ОПК(У)-3.1В2	Владеет типовыми методиками выполнения оптических измерений различных величин и характеристик
		И.ОПК(У)-3.2	Обрабатывает и представляет полученные экспериментальные данные для получения обоснованных выводов	ОПК(У)-3.232	Знает отдельные типы оптических, светотехнических и лазерных приборов и систем, особенности их конструкции, технологии производства, а также условия и методы их эксплуатации
ПК(У)-1	Способность к формированию технических требований и заданий на проектирование и конструирование оптических и оптико-электронных приборов, комплексов и их составных частей	И. ПК(У)- 1.1	Анализирует и определяет требования к параметрам, предъявляемые к разрабатываемой оплотехнике, оптическим и оптико-электронным приборам и комплексам с учетом известных экспериментальных и теоретических результатов	ПК(У)-1.1В1	Владеет опытом определения требований к параметрам разрабатываемой оплотехники с учетом известных экспериментальных и теоретических результатов
				ПК(У)-1.1У1	Умеет анализировать экспериментальные и теоретические результаты при определении требований и параметров оплотехники
				ПК(У)-1.131	Знает основные требования к параметрам, предъявляемые к разрабатываемой оплотехнике, оптическим и оптико-электронным приборам и комплексам
		И. ПК(У)-1.2	Определяет, корректирует и обосновывает техническое задание в части проектно-конструкторских характеристик блоков и узлов оптических и оптико-электронных приборов	ПК(У)-1.2В1	Владеет опытом разработки технического задания в части проектно-конструкторских характеристик блоков и узлов оптических и оптико-электронных приборов
				ПК(У)-1.2У1	Умеет корректировать и обосновывать техническое задание
				ПК(У)-1.231	Знает содержание технического задания в части проектно-конструкторских характеристик блоков и узлов оптических и оптико-электронных приборов

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции)	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
ПК(У)-7	Способность к организации контроля качества выпускаемой оптической продукции	И. ПК(У)-1.3	Осуществляет поиск и анализ научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта, работает с базами данных	ПК(У)-1.3В1	Владеет опытом поиска и анализа научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта, работает с базами данных
				ПК(У)-1.3У1	Умеет осуществлять поиск и анализ научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта, работает с базами данных
		И. ПК(У)- 7.1	Разрабатывает методики контроля качества выпускаемой оптической продукции	ПК(У)-1.331	Знает основные базы данных по оплотехнике
				ПК(У)-7.131	Знает современные методики контроля качества выпускаемой оптической продукции
		И. ПК(У)-7.2	Определяет перечень оборудования, необходимого для контроля качества выпускаемой оптической продукции	ПК(У)-7.2У1	Умеет определять перечень оборудования, необходимого для контроля качества выпускаемой оптической продукции
				ПК(У)-7.231	Знает типовое оборудование, необходимое для контроля качества выпускаемой оптической продукции
		И. ПК(У)-7.3	Разрабатывает мероприятия по обеспечению качества, надёжности и безопасности оптической продукции на всех этапах жизненного цикла оплотехники, оптических и оптико- электронных приборов и комплексов	ПК(У)-7.3В1	Владеет опытом разработки мероприятий по обеспечению качества, надёжности и безопасности оптической продукции на всех этапах жизненного цикла оплотехники, оптических и оптико-электронных приборов и комплексов
				ПК(У)-7.331	Знает требования по обеспечению качества, надёжности и безопасности оптической продукции на всех этапах жизненного цикла оплотехники, оптических и оптико-электронных приборов и комплексов
		И. ПК(У)-7.4	Выявляет недостатки в существующем техпроцессе производства оптической продукции для его совершенствования	ПК(У)-7.4У1	Умеет выявлять недостатки в существующем техпроцессе производства оптической продукции для его совершенствования
				ПК(У)-7.431	Знает типовые недостатки в техпроцессах производства оптической продукции

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП

Дисциплина относится к базовой части Блока 1 учебного плана образовательной программы.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

После успешного освоения дисциплины будут сформированы результаты обучения:

Планируемые результаты обучения по дисциплине		Индикатор достижения компетенции
Код	Наименование	
РД1	Проводить измерения оптических спектров атомов с выбором технических средств и обработкой результатов	И.ОПК(У)- 3.1 И.ОПК(У)-3.2 И. ПК(У)- 1.1
РД2	Планировать эксперимент для получения данных с целью решения определенной научно-технической задачи.	И. ПК(У)- 1.1 И. ПК(У)-1.2 И. ПК(У)- 7.1 И. ПК(У)-1.3
РД3	Выявлять физическую сущность явлений и процессов в устройствах различной физической природы	И. ПК(У)- 7.1 И. ПК(У)-1.3 И. ПК(У)-7.3 И. ПК(У)-7.4 И. ПК(У)- 7.2

Оценочные мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации представлены в календарном рейтинг-плане дисциплины.

4. Структура и содержание дисциплины

Разделы дисциплины	Формируемый результат обучения по дисциплине	Виды учебной деятельности	Объем времени, ч.
Раздел (модуль) 1. . Основы атомной спектроскопии.	РД1	Лекции	6
	РД2	Практические занятия	12
	РД3	Лабораторные занятия	8
		Самостоятельная работа	38
Раздел (модуль) 2. Электрический ток в вакууме и газе.	РД1	Лекции	16
	РД2	Практические занятия	6
	РД3	Лабораторные занятия	16
		Самостоятельная работа	56
Раздел (модуль) 3. Полупроводниковые излучающие приборы.	РД1	Лекции	10
	РД2	Практические занятия	6
	РД3	Лабораторные занятия	8
		Самостоятельная работа	34

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Основы атомной спектроскопии.

Развитие модели строения атома. Уравнение Шредингера для атома водорода. Систематика квантовых состояний в атоме. Квантование энергии и момента импульса. Основные положения векторной модели атома. Схемы сложения моментов импульса. Мультиплетность термов.

Темы лекций:

1. Введение. Развитие модели строения атома. Уравнение Шредингера для атома водорода. Основные положения векторной модели атома.

2. Схема термов и основные серии спектра атомов (ионов) с одним внешним электроном.
3. Схема термов и основные серии спектра атомов (ионов) с двумя внешними электронами. Спектры атомов во внешних силовых полях.

Темы практических занятий:

1. Векторная модель атома. Собственный и орбитальный моменты импульса. Схемы сложения моментов импульсов электронов.
2. Схема термов атомов щелочных металлов. Основные серии оптического спектра атомов (ионов).
3. Схема термов атомов (ионов) с двумя валентными электронами
4. Оптические спектры атомов с одновременным возбуждением двух валентных электронов.
5. Расщепление спектральных линий в магнитном поле. Нормальный и аномальный эффекты Зеемана.

Названия лабораторных работ:

1. Градуировка монохроматора УМ-2 по оптическим нормальным спектрам ртути.
2. Измерение и анализ вольтамперной характеристики тлеющего разряда.
3. Изучение спектрального состава излучения катодных частей тлеющего разряда. Определение состава наполняющего газа.

Раздел 2. Электрический ток в вакууме и газе
--

Виды эмиссии электронов с поверхности материалов. Термоэлектронная эмиссия. Работа выхода. Эффект Шоттки. Классификация столкновений. Передача энергии при столкновении частиц. Упругие и неупругие столкновения. Диффузия и дрейф заряженных частиц. Соотношение Эйнштейна. Двуполярная диффузия. Электрический ток в вакууме. Роль объёмного заряда. Закон Богуславского-Ленгмюра. Классификация электрических токов в газе. Самостоятельные и несамостоятельные токи. Пробой газа при низком давлении. Условие пробоя. Кривые Пашена. Пробой газа при высоком давлении. Газоразрядная плазма. Виды плазм. Температура и равновесие в газоразрядной плазме. Плазма положительного столба низкого давления. Баланс энергии в положительном столбе. Спектральный состав излучения. Плазма положительного столба высокого давления. Баланс энергии в положительном столбе. Уравнение переноса излучения в газоразрядной плазме. Реабсорбция излучения.

Темы лекций:

1. Виды эмиссии электронов с поверхности материалов.
2. Элементарные процессы столкновения частиц в газе. Диффузия и дрейф заряженных частиц в газе.
3. Классификация электрических токов в газе. Пробой газа при низком и высоком давлениях.
4. Тлеющий разряд. Элементарные процессы и продольное распределение параметров в тлеющем разряде.
5. Дуговой разряд. Виды дуговых разрядов низкого и высокого давлений.
6. Импульсный и высокочастотный разряды.
7. Баланс энергии в разряде. Диаграммы Клярфельда.
8. Излучение газоразрядной плазмы.

Темы практических занятий:

1. Термоэлектронная эмиссия. Работа выхода. Эффект Шоттки.
2. Электрический ток в вакууме. Роль объёмного заряда. Закон Богуславского-Ленгмюра.

3. Передача энергии и импульса при упругих и неупругих столкновениях частиц в газе.

Названия лабораторных работ:

1. Изучение спектрально-кинетических параметров излучения импульсного разряда в ксеноне.
2. Измерение зависимости яркости излучения от удельной мощности импульсного разряда.
3. Измерение зависимостей пиковой яркости излучения и длительности импульсного разряда от характера балластной нагрузки.
4. Изучение спектрального состава излучения ВЧ-разряда в парах щелочных металлов с использованием ламп БСВ-2.

Раздел 3. Полупроводниковые излучающие приборы.
--

Преобразование энергии возбуждения в диэлектриках и полупроводниках. Генерационный, миграционный и внутрицентральной этапы. Энергетический и квантовый выходы излучения. Электрон-фононное взаимодействие. Контактные явления: Ме-п\п, п\п-п\п. Гомо- и гетеропереходы. Светодиоды и инжекционные лазеры. Полупроводниковые лазеры с электронным возбуждением. Квантоскопы.

Темы лекций:

1. Зонная схема металлов, диэлектриков и полупроводников. Преобразование энергии возбуждения в диэлектриках и полупроводниках.
2. Статистика электронов в полупроводниках. Уровень Ферми в собственном и легированном полупроводниках.
3. Контактные явления: Ме-п\п, п\п-п\п. Гомо- и гетеропереходы. Светодиоды и их принцип действия и параметры.
4. Инжекция неосновных носителей в п-р переход. Условие усиления излучения для междузонных переходов. Типы инжекционных лазеров.
5. Полупроводниковые лазеры с электронным возбуждением. Квантоскопы.

Темы практических занятий:

1. Анализ зависимости концентрации электронов и дырок в собственном полупроводнике от температуры в интервале 0 – 600К.
2. Определение зависимости концентрации носителей тока в донорном полупроводнике от температуры.
3. Анализ зависимости положения уровня Ферми в собственном и легированном полупроводнике от температуры.

Названия лабораторных работ:

1. Изучение спектрального состава излучения ВЧ-разряда в парах щелочноземельных металлов с использованием ламп БСВ-2.
2. Изучение спектра излучения дугового разряда высокого давления.

5. Организация самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов при изучении дисциплины предусмотрена в следующих видах и формах:

- Работа с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуально заданной проблеме курса;
- Работа в электронном курсе (изучение теоретического материала, выполнение индивидуальных заданий и контролирующих мероприятий и др.);

- Изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям;
- Выполнение курсовой работы или проекта, работа над междисциплинарным проектом;
- Подготовка к оценивающим мероприятиям;

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1 Учебно-методическое обеспечение

1. Фриш, С. Э. Оптические спектры атомов : учебное пособие / С. Э. Фриш. — 2-е изд., испр. — Санкт-Петербург : Лань, 2010. — 640 с. — URL: <https://e.lanbook.com/book/625> (дата обращения: 25.04.2020). — Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ. — Текст : электронный
2. Киселев, Г. Л. Квантовая и оптическая электроника : учебное пособие / Г. Л. Киселев. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 316 с. — URL: <https://e.lanbook.com/book/130188> (дата обращения: 25.04.2020). — Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ. — Текст : электронный
3. Савинов В. П, Физика высокочастотного емкостного разряда / Савинов В. П – Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2013. - 308 с. - URL : <http://ezproxy.ha.tpu.ru:2989/book/ISBN9785922115513.html> (дата обращения: 25.04.2020). - Режим доступа : из корпоративной сети ТПУ. — Текст : электронный
4. Штанько, В. Ф. Введение в атомную и молекулярную спектроскопию : учебное пособие / В. Ф. Штанько ; Томский политехнический университет. — Томск : Изд-во ТПУ, 2008. — URL : <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2010/m266.pdf> (дата обращения: 25.04.2020). — Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ. — Текст : электронный
5. Малинский, Т. В. Лабораторный практикум по оптическим методам и приборам для научных исследований : учебное пособие / Т. В. Малинский, В. Э. Пожар, Г. И. Уткин. — Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2017. — 80 с. — URL : <https://e.lanbook.com/book/103397> (дата обращения: 25.04.2020). — Режим доступа : из корпоративной сети ТПУ. — Текст : электронный

6.2 Информационное и программное обеспечение

Internet-ресурсы (в т.ч. в среде LMS MOODLE и др. образовательные и библиотечные ресурсы):

1. <http://stud.lms.tpu.ru/course/view.php?id=366> *Физические основы источников излучения. Штанько В.Ф., Степанов С.А.*

7. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

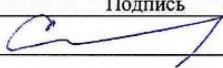
В учебном процессе используется следующее лабораторное оборудование для практических и лабораторных занятий:

№	Наименование специальных помещений	Наименование оборудования
1.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации <i>634028 г. Томская область, Томск, Тимакова улица, 12, корпус 16Б, учебная аудитория 235</i>	компьютер- 1 шт., проектор – 1 шт., экран – 1 шт. Комплект учебной мебели на 30 посадочных мест; 7-Zip; Adobe Acrobat Reader DC; Adobe Flash Player; AkelPad; Google Chrome; Mozilla Firefox ESR; Tracker Software PDF-XChange Viewer; WinDjView
2.	Аудитория для проведения	Наименование учебно- лабораторного оборудования:

учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (учебная лаборатория) 634028 Томская область, г. Томск, Тимакова улица, 12, корпус 16Б, учебная аудитория 240	Компьютер - 1 шт.; Принтер - 3 шт. Комплект учебной мебели на 25 посадочных мест; Прибор TDS-2CMAH - 1 шт.; Блок питания БНВ-16П - 1 шт.; Осветитель с ксеноновой лампой 150 W - 1 шт.; Спектрофотометр СФ-26 - 1 шт.; Импульсный ускоритель электронов "Импульс - 2" ГИН-400 - 1 шт.; Осциллограф С1-68 - 1 шт.; Фоторегистрирующий модуль Н10720-20 - 2 шт.; Монохроматор ДМР-4 - 1 шт.; Измеритель ИКТ-1 - 1 шт.; Блок питания Б 5-46 - 1 шт.; Оптический исследовательский комплекс для экспресс-анализа гетероструктур, медпрепаратов, веществ - 1 шт.; Автоматизированный двухлучевой сканирующий спектрофотометр для ИК-области СФ-256БИК - 1 шт.; Мультимер С 1-107 - 1 шт.; Измеритель энергии ИМО-2М - 1 шт.; Осциллограф С 7-10 Б - 1 шт.; Осциллограф С 1-108 - 1 шт.; Источник постоянного тока PSS-3203 - 1 шт.; Автоматизированный двухлучевой сканирующий спектрофотометр СФ-256УВИ+ПДО-7+ПЗО-10 - 1 шт.; Насос РР-1-05А - 1 шт.; Спектрофотометр ИСП-30 - 1 шт.; Монохроматор МДР-23 - 1 шт.; Генератор Ш-1 - 1 шт.; Вакууметр - 1 шт.; Мультимер Ф-139 - 1 шт.; Система визуализации БВО-3 МП - 1 шт.; Вакууметр ВИТ-2 - 2 шт.; Источник Ш-8 - 1 шт.; Монохроматор УМ-2 - 3 шт.; Вакууметр ВБМ - 2 шт.; Блок БМВ-16П - 1 шт.
--	--

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 12.03.02 Оптехника / специализация «Оптико-электронные приборы и системы» (приема 2020 г., очная форма обучения).

Разработчик(и):

Должность	Подпись	ФИО
доцент		Степанов С. А.

Программа одобрена на заседании Отделения материаловедения (протокол от «01» сентября 2020 г. № 36/1).

Заведующий кафедрой - руководитель отделения на правах кафедры ОМ ИШНПТ, д.т.н, профессор

 /Клименов В.А./
подпись

[illegible]