

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
 ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
 УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
 «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ
 УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ
 Директор ИЯТШ
 _____ / Долматов О.Ю./
 «___» _____ 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2021 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

ФИЗИКА 3.3			
Направление подготовки/ специальность	03.03.02 – Физика;		
Образовательная программа (направленность (профиль))	14.03.02 – Ядерная физика и технологии		
Специализация			
Уровень образования	высшее образование - бакалавриат		
Курс	2	семестр	4
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	7		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции	48	
	Практические занятия	56	
	Лабораторные занятия	32	
	ВСЕГО	136	
Самостоятельная работа, ч		116	
ИТОГО, ч		252	

Вид промежуточной аттестации	экзамен	Обеспечивающее подразделение	ОЭФ
Зав.кафедрой - руководитель отделения на правах кафедры			Лидер А.М.
Руководитель ООП 03.03.02			Склярова Е.А.
Руководитель ООП 14.03.02			Бычков П.Н.
Преподаватель			Святкин Л.А. Степанова Е.Н.

2021 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
УК(У)-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	И.УК(У)-1.5	Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие	УК(У)-1.5В1	Владеет опытом применения законов естественных наук и математических методов и моделей для решения задач теоретического и прикладного характера
				УК(У)-1.5У1	Умеет решать задачи теоретического и прикладного характера
				УК(У)-1.5З1	Знает законы естественных наук и математические методы теоретического характера
		И.УК(У)-1.6	Осуществляет поиск, выделяет и ранжирует информацию на основе системного подхода и методов познания для решения задач по различным типам запросов	УК(У)-1.6В1	Владеет репродуктивными методами познавательной деятельности и мыслительными операциями для решения задач естественнонаучных дисциплин
				УК(У)-1.6У1	Умеет обобщать усвоенные знания естественных наук категориями системного анализа и подхода и мыслительными операциями анализа, синтеза, сравнения и оценки
				УК(У)-1.6З1	Знает репродуктивные методы познавательной деятельности, признаки системного подхода и системного анализа
	Способен понимать физические явления и	И.ОПК(У)-№	Демонстрирует понимание физических явлений и применяет законы физики в	ОПК(У)-№В1	Владеет опытом планирования и проведения физических

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции)	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
	применять фундаментальные законы физики при исследовании физических процессов		инженерной деятельности на эмпирическом и теоретическом уровне		исследований в области физики, оценки точности и погрешности измерений, анализа полученных результатов
ОПК(У)-№У1				Умеет выбирать закономерность для решения задач физики, исходя из анализа условия, объяснять на уровне гипотез отклонения полученных экспериментальных данных от известных теоретических и экспериментальных зависимостей	
ОПК(У)-№З1				Знает фундаментальные законы физики	

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	
РД-1	Применять знания общих законов, теорий, уравнений, методов физики при решении задач в профессиональной деятельности.	И.УК(У)-1.5 И.УК(У)-1.6 И.ОПК(У)-№
РД-2	Владеть методами теоретического и экспериментального исследования, методами поиска и обработки информации, методами решения задач с привлечением полученных знаний.	И.УК(У)-1.6 И.ОПК(У)-№
РД-3	Выполнять физический эксперимент с привлечением методов математической статистики и ИКТ.	И.УК(У)-1.6 И.ОПК(У)-№
РД-4	Владеть основными приемами обработки и анализа экспериментальных данных, полученных при теоретических и экспериментальных исследованиях, с использованием ИКТ.	И.УК(У)-1.5 И.УК(У)-1.6 И.ОПК(У)-№
РД-5	Записывать уравнения процесса и находить его решение, решать качественные и количественные физические задачи из области волновой и квантовой оптики, атомной физики в важнейших практических приложениях.	И.УК(У)-1.5 И.УК(У)-1.6 И.ОПК(У)-№

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

4. Структура и содержание дисциплины

Основные виды учебной деятельности

Разделы дисциплины	Формируемый результат обучения по дисциплине	Виды учебной деятельности	Объем времени, ч.
Раздел (модуль) 1. <i>Волновая оптика</i>	РД-1	Лекции	16
	РД-2	Практические занятия	20
	РД-3	Лабораторные занятия	20
	РД-4	Самостоятельная работа	52
	РД-5		
Раздел (модуль) 2. <i>Элементы квантовой физики и физики твердого тела</i>	РД-1	Лекции	20
	РД-2	Практические занятия	22
	РД-3	Лабораторные занятия	6
	РД-4	Самостоятельная работа	42
	РД-5		
Раздел (модуль) 3. <i>Физика атомов, молекул, атомного ядра и элементарных частиц</i>	РД-1	Лекции	12
	РД-2	Практические занятия	14
	РД-3	Лабораторные занятия	6
	РД-4	Самостоятельная работа	22
	РД-5		

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Волновая оптика

Темы лекций:

1. Введение. Оптическое излучение. Основные характеристики световых волн. Фотометрические величины.
2. Элементы геометрической оптики.
3. Интерференция. Когерентность и монохроматичность световых волн. Условия максимума и минимума интерференции.
4. Методы наблюдения интерференции. Применение интерференции света.
5. Дифракция. Метод зон Френеля.
6. Дифракционная решетка. Дифракция рентгеновских лучей.
7. Поляризация света и ее виды. Закон Малюса. Способы получения поляризованного света. Интерференция поляризованного света.
8. Дисперсия света. Поглощение и рассеяние света в веществе. Излучение Вавилова-Черенкова.

Темы практических занятий:

1. Определение фотометрических характеристик световых волн.
2. Геометрическая оптика. Построение изображений источника света в тонких линзах и сферических зеркалах.
3. Условия минимумов и максимумов интерференции световых волн. Опыт Юнга.
4. Интерференция света на тонкой пленке и клине. Кольца Ньютона.
5. Дифракция Френеля. Метод зон Френеля.
6. Дифракция Фраунгофера. Дифракционная решётка.
7. Поляризация света. Закон Малюса.
8. Поляризация света при отражении и преломлении.
9. Двойное лучепреломление света. Интерференция поляризованного света. Искусственная анизотропия.
10. Дисперсия света. Прохождение света через призму. Поглощение света.

Названия лабораторных работ:

1. Определение главного фокусного расстояния тонких линз.
2. Исследование явления дисперсии.
3. Исследование поворота плоскости поляризации растворами сахара.
4. Исследование интерференции света при наблюдении колец Ньютона.
5. Исследование прозрачных дифракционных решеток.
6. Изучение дифракции Фраунгофера на системах щелей и дифракционных решетках.
7. Получение и исследование света с различными состояниями поляризации.
8. Исследование оптических спектров поглощения молекул в жидкостях.
9. Интерферометр Майкельсона.
10. Экспериментальная проверка соотношения неопределенностей для фотонов.
11. Измерение длины волны излучения лазера из опытов по интерференции.

Раздел 2. Элементы квантовой физики и физики твердого тела

Темы лекций:

1. Корпускулярно-волновая теория света. Тепловое излучение и его характеристики. Люминесценция и тепловое излучение. Законы теплового излучения.
2. Фотонная теория света. Масса, энергия и импульс фотона. Фотоэффект и его виды.
3. Эффект Комптона. Тормозное и характеристическое рентгеновское излучение. Давление света.
4. Волновые свойства микрочастиц вещества. Гипотеза де Бройля. Дифракция электронов. Корпускулярно-волновой дуализм микрочастиц вещества.
5. Соотношение неопределенностей Гейзенберга. Физический смысл волн де Бройля. Понятие о волновой функции.
6. Уравнение Шредингера. Движение свободной частицы. Частица в одномерной прямоугольной яме с бесконечными внешними «стенками».
7. Уравнение Шредингера. Гармонический осциллятор.
8. Прохождение частиц сквозь потенциальный барьер. Туннельный эффект.
9. Элементы физики твердого тела. Распределение Ферми-Дирака и Бозе-Эйнштейна.
10. Квантовая теория электропроводности и теплопроводности металлов. Электропроводность полупроводников.

Темы практических занятий:

1. Законы теплового излучения.
2. Законы фотоэффекта. Эффект Комптона.
3. Корпускулярные свойства электромагнитного излучения. Давление света.
4. Волновые свойства микрочастиц вещества. Волны де Бройля. Дифракция электронов.
5. Соотношение неопределенности Гейзенберга.
6. Понятие о волновой функции. Условие нормировки.
7. Уравнение Шредингера для частицы в одномерной прямоугольной яме с бесконечными внешними «стенками».
8. Уравнение Шредингера для гармонического осциллятора.
9. Прохождение частиц через потенциальный барьер. Надбарьерное отражение.
10. Прохождение частиц через потенциальный барьер. Туннельный эффект.
11. Элементы физики твердого тела.

Названия лабораторных работ:

1. Изучение фотоэлемента с внешним фотоэлектрическим эффектом.

2. Изучение явления теплового излучения. Закон Стефана-Больцмана.

Раздел 3. Физика атомов, молекул, атомного ядра и элементарных частиц

Темы лекций:

1. Планетарные модели строения атома. Элементарная теория Бора. Опыт Франка и Герца.
2. Водородоподобные системы в квантовой механике. Квантовомеханическая картина строения атома. Пространственное квантование.
3. Многоэлектронные атомы. Принципы неразличимости тождественных частиц.
4. Физика атомного ядра. Ядерные силы. Энергия связи ядер. Радиоактивность.
5. Ядерные реакции и их основные типы.
6. Физика элементарных частиц. Краткая классификация и свойства элементарных частиц.

Темы практических занятий:

1. Модель атома Резерфорда. Формула Резерфорда.
2. Теория атома водорода по Бору. Постулаты Бора.
3. Уравнение Шредингера для атома водорода. Пространственное квантование.
4. Заряд, масса, размер и состав атомного ядра. Энергия связи ядер. Дефект массы.
5. Радиоактивность. Деление и синтез ядер.
6. Ядерные реакции.
7. Физика элементарных частиц.

Названия лабораторных работ:

1. Опыт Франка и Герца.
2. Изучение спектра атома водорода и определение постоянной Ридберга.

5. Организация самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов при изучении дисциплины (модуля) 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;
- Поиск, анализ, структурирование и презентация информации;
- Выполнение домашних заданий и домашних контрольных работ;
- Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям;
- Подготовка к оценивающим мероприятиям;

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Учебно-методическое обеспечение

1. Детлаф, А.А. Курс физики: учебник в электронном формате / А.А. Детлаф, Б.М. Яворский. – 9-е изд. стер.. – Москва: Академия, 2014. – 720 с. – URL: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2015/FN/fn-30.pdf> (дата обращения: 14.05.2021). – Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ. – Текст: электронный.
2. Трофимова, Т.И. Курс физики: учебник в электронном формате / Т.И. Трофимова. –

- 20-е изд., стер.. – Москва: Академия, 2014. – 542 с. – URL: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2014/FN/fn-98.pdf> (дата обращения: 16.05.2021). – Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ. – Текст: электронный.
3. Сивухин, Д.В. Общий курс физики учебное пособие: в 5 т.: Т. 4: Оптика / Д.В. Сивухин. – 3-е изд., стер.. – М.: Физматлит, 2013. – 792 с.
 4. Савельев, И.В. Курс общей физики в 3 т.: Т. 3: Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц: учебное пособие / И.В. Савельев. – 12-е изд., стер.. – Лань, 2018. – 320 с. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/106893> (дата обращения: 12.05.2021). – Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ.

Дополнительная литература:

1. Тюрин, Ю.И. Физика. Оптика: учебник / Ю.И. Тюрин, И.П. Чернов, Ю.Ю. Крючков; Томский политехнический университет (ТПУ). – Томск: Изд-во ТПУ, 2009. – 240 с.
2. Тюрин, Ю.И. Физика. Ядерная физика. Физика элементарных частиц. Астрофизика: учебник / Ю.И. Тюрин, И.П. Чернов, Ю.Ю. Крючков; Томский политехнический университет (ТПУ). – Томск: Изд-во ТПУ, 2009. – 252 с.
3. Физика. Сборник задач (с решениями). Ч. 3: Оптика. Атомная и ядерная физика: учебное пособие [Электронный ресурс] / Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ); под ред. Ю.И. Тюрина, В.В. Ларионова, И.П. Чернова. – 2-е изд.. – Томск: Изд-во ТПУ, 2010. – 238 с. – URL: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2011/m124.pdf> (дата обращения: 18.05.2021). – Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ. – Текст: электронный.
4. Чернов, И.П. Ч. 3: Оптика. Атомная и ядерная физика: Учебное пособие для технических университетов / И.П. Чернов, В.В. Ларионов, В.И. Веретельник. – Томск: Изд-во Томского ун-та, 2005. – 217 с.

6.2. Информационное и программное обеспечение

1. Материалы, размещенные на сайте отделения ЭФ <http://portal.tpu.ru:7777/departments/kafedra/of/student/metod/Optics>
2. Материалы, размещенные на персональных сайтах преподавателей отделения ЭФ: <http://portal.tpu.ru/SHARED/s/SVYATKIN>
<https://portal.tpu.ru/SHARED/e/ENSTEPANOVA>

Информационно-справочные системы:

1. ЭКБСОН, Информационная система – <http://www.vlibrary.ru>
2. Znanium.com, Электронно-библиотечная система – <https://znanium.com/my/index>

Профессиональные Базы данных:

1. Лань, Электронно-библиотечная система – <https://e.lanbook.com/books>
2. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU – <https://elibrary.ru>

Лицензионное программное обеспечение (в соответствии с **Перечнем лицензионного программного обеспечения ТПУ**):

1. Microsoft Office 2007 Standard Russian Academic; Microsoft Office 2013 Standard Russian Academic;
2. Adobe Acrobat Reader DC;
3. Google Chrome;
4. Mozilla Firefox ESR;
5. Adobe Flash Player;

6. Design Science MathType 6.9 Lite;
7. Tracker Software PDF-XChange Viewer;
8. Cisco Webex Meetings;
9. Zoom Zoom.

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.	<p>Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (Учебная лаборатория) 634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д.43, 108</p>	<p>Принтер - 3 шт.; Проектор - 1 шт.; Компьютер - 8 шт. Комплект учебной мебели на 25 посадочных мест; Шкаф общелaborаторный - 2 шт.; Тумба подкатная - 1 шт.; Laborаторная работа "Опыт Франка-Герца с ртутью" - 1 шт.; Прибор "Кольца Ньютона" - 1 шт.; Прецизионный интерферометр Майкельсона - 1 шт.; Laborаторная работа "Определение скорости света" - 1 шт.; Установка для исследования законов теплового излучения - 1 шт.; Установка для определения постоянной Планка спектрометр.методом - 1 шт.; Laborаторная работа "Оптическая активность" - 1 шт.; Laborаторная работа "Наблюдение и измерение спектров, и определение оптических параметров призм" - 2 шт.; Шейкер-инкубатор ES-20 - 1 шт.; Источник ртутный - 2 шт.; Установка для эксперимент. проверки соотношения неопредел. для фотонов - 1 шт.; Прибор "Опыт Франка и Герца" - 1 шт.; Микроскоп "Полам" - 1 шт.; Laborаторная установка "Закон Стефана-Больцмана" P2350101 - 1 шт.; Гонометр - 2 шт.; Прибор "Спектр H2" - 1 шт.; Laborаторная работа "Интерферометр Майкельсона" - 1 шт.; Прибор KPC-S230CWX цв.380ТВлин, f2.97, 0.1лк видеокам. - 1 шт.; Установка для исследования света с различными состояниями поляризации - 1 шт.; Установка лаборат "Определение фокусных расстояний" - 1 шт.; Установка для исследования дифракции Фраунгофера на периодической структуре - 1 шт.</p>
2.	<p>Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д.43, 206</p>	<p>Проектор - 1 шт.; Компьютер - 1 шт.; Телевизор - 1 шт. Комплект учебной мебели на 50 посадочных мест</p>
3.	<p>Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д.43, 207</p>	<p>Компьютер - 1 шт.; Проектор - 1 шт. Комплект учебной мебели на 26 посадочных мест</p>
4.	<p>Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д.43,</p>	<p>Комплект учебной мебели на 28 посадочных мест</p>

	208	
5.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д.43, 210	Компьютер - 1 шт.; Проектор - 2 шт. Комплект учебной мебели на 202 посадочных мест
6.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д.43, 215	Компьютер - 1 шт.; Проектор - 2 шт. Комплект учебной мебели на 132 посадочных мест
7.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (Компьютерный класс) 634034, Томская область, г. Томск, Советская улица, д. 73, стр. 1, 527	Проектор - 1 шт.; Компьютер - 24 шт. Комплект учебной мебели на 18 посадочных мест; Шкаф для документов - 8 шт.; Тумба подкатная - 1 шт.; Доска магнитно-маркерная 100x150 см белая, поворотная, мобильная - 1 шт.; Проектор Epson EB-925 - 1 шт.
8.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (Компьютерный класс) 634034, Томская область, г. Томск, Советская улица, д. 73, стр. 1, 528	Принтер - 2 шт.; Проектор - 1 шт.; Компьютер - 20 шт. Комплект учебной мебели на 18 посадочных мест; Шкаф для документов - 5 шт.; Проектор Epson EB-925 - 1 шт.

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлениям 03.03.02 Физика; 14.03.02 Ядерная физика и технологии (приема 2021 г., очная форма обучения).

Разработчик(и):

Должность	Подпись	ФИО
Доцент ОЭФ		Святкин Л.А.

Программа одобрена на заседании ОЭФ ИЯТШ (протокол от «27» мая 2021 г. №4).

Зав.кафедрой - руководитель
отделения на правах кафедры

_____/ Лидер А.М. /
подпись

Лист изменений рабочей программы дисциплины¹:

Учебный год	Содержание /изменение	Обсуждено на заседании Отделения / Центра (протокол)
20___/___ учебный год	1. Изменены реквизиты 2. Изменено содержание разделов рабочей программы дисциплины «...» 3. ...	От 00.00.2019 г. № _____

¹ Ежегодное обновление программы с учетом развития науки, культуры, экономики, техники и технологий, социальной сферы.