

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«НИЖЕГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИМ. Р.Е. АЛЕКСЕЕВА» (НГТУ)

---

---

Институт ядерной энергетики и технической физики (ИЯЭиТФ)

(Полное и сокращенное название института, реализующего данное направление)

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института:

Хробостов А.Е.

подпись

ФИО

“ 15 ” 06 2021г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.Б.20 Физика специальная (атомная)**

(индекс и наименование дисциплины по учебному плану)

для подготовки специалистов

Направление подготовки: 14.05.02 Атомные станции: проектирование, эксплуатация, инжиниринг

Специализация: Проектирование и эксплуатация атомных станций

Форма обучения: очная  
Год начала подготовки 2021

Выпускающая кафедра АТС

Кафедра-разработчик ОиЯФ

Объем дисциплины 144/4  
часов/з.е

Промежуточная аттестация экзамен,

Разработчик: Яшина А.Н., к ф-м н., доцент

**Нижний Новгород**  
**2021**

Рецензент<sup>1</sup>: Раевский А.С. доктор ф-м. н., профессор

(ФИО, ученая степень, ученое звание)

(подпись)

«1» июня 2021г.

Рабочая программа дисциплины: разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 14.05.02 Атомные станции: проектирование, эксплуатация, инжиниринг, утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ

от 28.02.2018 № 154 на основании учебного плана принятого УМС НГТУ

протокол от 15.06.21 № 7

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры разработчика программы протокол от 01.06.2021 № 4

Зав. кафедрой д. т. н., Бударагин Р.В. \_\_\_\_\_  
подпись

Программа рекомендована к утверждению ученым советом института, где реализуется данная программа

\_\_\_\_\_, Протокол от 10.06.2021 № 3

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ, регистрационный № 14.05.02-а-23  
Начальник МО \_\_\_\_\_

Заведующая отделом комплектования НТБ \_\_\_\_\_  
(подпись)

|   |           |
|---|-----------|
| <u>Оглавление</u>   | <b>3</b>  |
| <b>1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ</b>   | <b>4</b>  |
| <b>1.1. Цель освоения дисциплины:</b>   | <b>4</b>  |
| <b>1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля):</b>  | <b>4</b>  |
| <b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ</b>  | <b>4</b>  |
| <b>3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</b>   | <b>4</b>  |
| <b>4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ</b>   | <b>7</b>  |
| <b>4.1. Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам</b>   | <b>7</b>  |
| <b>4.2. Содержание дисциплины, структурированное по темам</b>   | <b>8</b>  |
| <b>5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.</b>   | <b>12</b> |
| <b>5.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности</b>                          | <b>12</b> |
| <b>6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ</b>  | <b>14</b> |
| <b>6.1. Учебная литература</b>  | <b>14</b> |
| <b>6.2. Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям</b>   | <b>14</b> |
| <b>7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ</b>   |           |
| <b>145</b>  |           |
| <b>7.1. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет</b>   | <b>15</b> |
| <b>7.2. Перечень информационных справочных систем</b>   | <b>15</b> |
| <b>8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ</b>   | <b>15</b> |
| <b>9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ</b>  | <b>16</b> |
| <b>10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ</b>   | <b>17</b> |
| <b>10.1. Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии</b>   | <b>17</b> |
| <b>10.2. Методические указания для занятий лекционного типа <sup>16</sup></b>   | <b>18</b> |
| <b>10.3. Методические указания по освоению дисциплины на лабораторных работах</b>   | <b>18</b> |
| <b>10.4. Методические указания по самостоятельной работе обучающихся</b>  | <b>18</b> |
| <b>11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ</b>  | <b>18</b> |
| <b>11.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе текущего контроля успеваемости</b> | <b>19</b> |
| <b>11.1.1. Типовые задания для лабораторных работ .....</b>   | <b>19</b> |
| <b>11.1.2. Типовые вопросы для промежуточной аттестации в форме зачета/экзамена</b>   | <b>19</b> |
| <b>11.1.3. Типовые тестовые задания для текущего контроля</b>   | <b>20</b> |

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

## 1.1 Цель освоения дисциплины:

Целью освоения дисциплины является изучение фундаментальных законов физики атома, знание которых необходимо в будущем при постановке и решении профессиональных задач, а также для профессионального и личностного развития.

## 1.2 Задачи освоения дисциплины (модуля):

- теоретическое изучение фундаментальных физических законов;
  - освоение методик измерений и обработки их результатов в лабораториях физического практикума;
  - умение применять законы атомной физики при решении физических и общеинженерных задач.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Учебная дисциплина «физика специальная (атомная)» включена в обязательный перечень дисциплин в рамках базовой части Блока 1 (Б1.Б.20), установленного ФГОС ВО, и является обязательной для всех профилей направления подготовки 14.05.02.

Дисциплина базируется на изучении следующих дисциплин: физика, математический анализ, математика, аналитическая геометрия и линейная алгебра, обыкновенные дифференциальные уравнения, теория функции комплексного переменного, теория вероятностей и математическая статистика.

Дисциплина «Физика специальная (атомная)» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: ядерная физика, физика ядерных реакторов.

### 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)<sup>1</sup>

Таблица 1 – Формирование компетенций дисциплинам



ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОП

Таблица 2 – Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения

| Код и наименование компетенции   | Код и наименование индикатора достижения компетенции   | Планируемые результаты обучения по дисциплине  |   |  | Оценочные средства   |  |
|--|--|--|---|--|--|--|
|  |  | Текущего контроля  | Промежуточной аттестации  |  |  |  |
| <b>ОПК-1</b><br>Способен использовать базовые знания естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования. | <b>ИОПК-1.1</b><br>Использует базовые знания естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности                      | <b>Знать:</b><br>- базовые законы в области естественнонаучных дисциплин;<br>- основные характеристики естественнонаучной картины мира.<br><b>Знать:</b><br>- современные информационные технологии, используемые при обработке и анализе экспериментальной и теоретической физической информации; | <b>Уметь:</b> применять основные законы естествознания и методы математического анализа для решения профессиональных задач. | <b>Владеть:</b> методами анализа и моделирования при решении предложенных задач  | Обсуждение решений задач, выбранных произвольным образом из разработанного пакета. | Вопросы для устного собеседования: билеты (25 билетов) |
|  | <b>ИОПК-1.2</b><br>Применяет методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования. | <b>Знать:</b><br>- основные способы обработки информации.  | <b>Уметь:</b><br>применять математические методы, физические законы и вычислительную технику для решения практических задач | <b>Владеть:</b> основными законами естествознания, методами анализа и моделирования теоретических и экспериментальных исследований для решения профессиональных задач. |  |  |

## 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 зач.ед. 144 часа, распределение часов по видам работ по семестрам представлено в таблице 3.

Таблица 3 – Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

| Вид учебной работы  | Трудоёмкость в час                               |
|---|--|
|   | Всего час.                                       |
|   | 5 семестр  |
| <b>Формат изучения дисциплины</b>   | с использованием элементов электронного обучения |
| <b>Общая трудоёмкость</b> дисциплины по учебному плану  | <b>144</b>                                       |
| <b>1. Контактная работа:</b>  | <b>58</b>  |
| <b>1.1.Аудиторная работа, в том числе:</b>  | <b>51</b>  |
| занятия лекционного типа (Л)  | 17   |
| занятия семинарского типа (ПЗ-семинары, практ. Занятия и др)  | 17   |
| лабораторные работы (ЛР)  | 17   |
| <b>1.2.Внеаудиторная, в том числе</b>   | <b>7</b>   |
| курсовая работа (проект) (КР/КП) (консультация, защита)   | .  |
| текущий контроль, консультации по дисциплине  | 2  |
| контактная работа на промежуточном контроле (КРА)   | 5  |
| <b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>  | <b>32</b>  |
| реферат/эссе (подготовка)   |  |
| расчётно-графическая работа (РГР) (подготовка)  |  |
| контрольная работа  | 10   |
| курсовая работа/проект (КР/КП) (подготовка)   |  |
| самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиум и т.д.) | 22   |
| Подготовка к экзамену (контроль)  | 54   |
| Подготовка к зачёту/ зачёту с оценкой (контроль)  |  |

## 4.2 Содержание дисциплины, структурированное по темам

Таблица 4.1 – Содержание дисциплины, структурированное по темам для студентов очного обучения

| Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций | Наименование разделов, тем  | Виды учебной работы (час) |   |  |     | Вид СРС                                     | Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий  | Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) | Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) |  |  |  |  |
|---|---|---------------------------|---|--|-----|---|--|--|---|--|--|--|--|
|   |   | Контактная работа         |   |  |     |   |  |  |   |  |  |  |  |
|   |   | Лекции                    | Лабораторные работы<br>Практические занятия | Самостоятельная работа студентов (час) |     |   |  |  |   |  |  |  |  |
| <b>5 семестр</b>  |   |                           |   |  |     |   |  |  |   |  |  |  |  |
| ОПК-1<br>ИОПК-1.1<br>ИОПК-1-2.  | <b>Раздел 1. Корпускулярно-волновой дуализм</b>   |                           |   |  |     | Подготовка к лекциям и практ.занятиям [6.1] | Лекции,<br>Устное обсуждение методов решения задач.  |  |   |  |  |  |  |
|   | Тема 1.1 Квантовые свойства электромагнитного излучения<br>Тепловое излучение. Фотоэффект. Тормозное рентгеновское излучение. | 2,0                       |   | 2,0                                    | 1,0 |   |  |  |   |  |  |  |  |
|   | Тема 1.2 Атом Резерфорда- Бора. Ядерная модель атома. Постулаты Бора. Опыты Франка – Герца.                                   | 1,0                       |   | 2,0                                    | 1,0 |   |  |  |   |  |  |  |  |
|   | Тема 1.3 Волновые свойства частиц.<br>Гипотеза де-Броиля. Принцип неопределенности.   | 2,0                       |   | 1,0                                    | 2,0 |   |  |  |   |  |  |  |  |
|   | Лабораторная работа №4-2<br>Изучение явления фотоэффекта.   |                           | 2,0   |  | 1,0 | Подготовка к л.р.[6.2]                      | Проведение эксперимента как на лабораторных установках, так и с помощью компьютерного моделирования.<br>Устное обсуждение результатов эксперимента и положений теории по теме. |  |   |  |  |  |  |
|   | Лабораторная работа № 3-1<br>Определение первого потенциала возбуждения атомов методом Франка-Герца                           |                           | 3,0   |  | 1,0 | Подготовка к л.р[6.2].                      |  |  |   |  |  |  |  |
|   | Лабораторная работа № 4-6<br>Эффект Комптона  |                           | 2,0   |  | 1,0 | Подготовка к л.р[6.2].                      |  |  |   |  |  |  |  |
|   | Работа по освоению 1 раздела:   | 5,0                       | 7,0   | 5,0                                    | 7,0 |   |  |  |   |  |  |  |  |

| Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций | Наименование разделов, тем   | Виды учебной работы (час) |                     |                      |  | Вид СРС                                       | Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий   | Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) | Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) |  |  |  |  |
|---|--|---------------------------|---------------------|----------------------|--|---|---|--|---|--|--|--|--|
|   |  | Контактная работа         |                     |                      | Самостоятельная работа студентов (час) |   |   |  |   |  |  |  |  |
|   |  | Лекции                    | Лабораторные работы | Практические занятия |  |   |   |  |   |  |  |  |  |
|   | реферат, эссе (тема)   |                           |                     |                      |  |   |   |  |   |  |  |  |  |
|   | расчёто-графическая работа (РГР)   |                           |                     |                      |  |   |   |  |   |  |  |  |  |
|   | контрольная работа   |                           |                     |                      |  |   |   |  |   |  |  |  |  |
|   | Итого по 1 разделу   | 5,0                       | 7,0                 | 5,0                  | 6,0                                    |   |   |  |   |  |  |  |  |
|   | <b>Раздел 2. Уравнение Шрёдингера. Квантование</b>   |                           |                     |                      |  | Подготовка к лекциями и практ. занятиям [6.1] | Лекции, Устное обсуждение методов решения задач.  |  |   |  |  |  |  |
|   | <b>Тема 2.1. Квантование.</b><br>Волновая функция. Уравнение Шрёдингера                              | 2,0                       |                     | 2,0                  | 3,0                                    |   |   |  |   |  |  |  |  |
|   | <b>Тема 2.2. Решение Уравнения Шрёдингера.</b><br>Частица в прямоугольной яме. Потенциальный барьер. | 2,0                       |                     | 2,0                  | 3,0                                    |   |   |  |   |  |  |  |  |
|   | <b>Лабораторная работа №4-10.</b><br>Изучение спектра атома водорода                                 |                           | 4,0                 |                      |  | Подготовка к л.р. [6.2]                       | Проведение эксперимента как на лабораторной установке. Устное обсуждение результатов эксперимента и положений теории по теме. |  |   |  |  |  |  |
|   | <b>Работа по освоению 2 раздела:</b>   | 4,0                       | 4,0                 | 4,0                  | 6,0                                    |   |   |  |   |  |  |  |  |
|   | реферат, эссе (тема)   |                           |                     |                      |  |   |   |  |   |  |  |  |  |
|   | расчёто-графическая работа (РГР)   |                           |                     |                      |  |   |   |  |   |  |  |  |  |
|   | контрольная работа   |                           |                     |                      |  |   |   |  |   |  |  |  |  |
|   | Итого по 2 разделу   | 4,0                       | 4,0                 | 4,0                  | 6,0                                    |   |   |  |   |  |  |  |  |
|   | <b>Раздел 3. Физика атомов</b>   |                           |                     |                      |  | Подготовка к лекциям и                        | Лекции, Устное обсужде-   |  |   |  |  |  |  |

| Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций | Наименование разделов, тем   | Виды учебной работы (час) |                     |                      |  | Вид СРС  | Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий  | Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) | Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) |  |  |  |  |
|---|--|---------------------------|---------------------|----------------------|--|--|--|--|---|--|--|--|--|
|   |  | Контактная работа         |                     |                      |  |  |  |  |   |  |  |  |  |
|   |  | Лекции                    | Лабораторные работы | Практические занятия | Самостоятельная работа студентов (час) |  |  |  |   |  |  |  |  |
|   |  |                           |                     |                      |  | практ. занятиям [6.1]                          | ние методов решения задач.   |  |   |  |  |  |  |
|   | <b>Тема 3.1 Энергия и волновые функции атома водорода.</b><br>Решение уравнения Шрёдингера для атома водорода. Энергетический спектр. Механический и магнитный момент. | 2,0                       |                     | 2,0                  | 2,0                                    | Подготовка к лекциям и практик. занятиям [6.1] |  |  |   |  |  |  |  |
|   | <b>Тема 3.2. Мультиплетность спектров атомов.</b><br>Спектры щелочных металлов. Спин.  | 2,0                       |                     | 2,0                  | 2,0                                    |  |  |  |   |  |  |  |  |
|   | <b>Тема 3.3. Атом в магнитном поле.</b><br>Многоэлектронные атомы. Эффект Зеемана.   | 2,0                       |                     | 2,0                  | 2,0                                    |  |  |  |   |  |  |  |  |
|   | <b>Тема 3.4. Самопроизвольное и вынужденное излучение.</b><br>Лазеры. Молекулярные спектры   | 2,0                       |                     |                      | 2,0                                    |  |  |  |   |  |  |  |  |
|   | <b>Лабораторная работа № 4-5</b><br>Изучение атомных спектров двух- и трехвалентных элементов.   |                           | 4,0                 |                      |  | Подготовка к л.р. [6.2]                        | Проведение эксперимента с помощью компьютерного моделирования. Устное обсуждение результатов эксперимента и положений теории по теме |  |   |  |  |  |  |
|   | <b>Лабораторная работа № 4-11</b><br>Компьютерное моделирование эффекта Зеемана.   |                           | 4,0                 |                      |  |  |  |  |   |  |  |  |  |
|   | <b>Работа по освоению 3 раздела:</b><br>реферат, эссе (тема)   | 8,0                       | 8,0                 | 6,0                  | 9,0                                    |  |  |  |   |  |  |  |  |
|   | <b>расчёто-графическая работа (РГР)</b>  |                           |                     |                      |  |  |  |  |   |  |  |  |  |
|   | <b>контрольная работа</b>  |                           |                     |                      | 10,0                                   |  |  |  |   |  |  |  |  |



## **5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.**

### **5.1 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности**

Сформированы тесты для текущего контроля знаний обучающихся

Составлен перечень вопросов, выносимых на промежуточную аттестацию в форме экзамена

Таблица 5 – При текущем контроле и оценка выполнения лабораторных работ

| <b>Шкала оценивания</b> | <b>Экзамен/<br/>Зачет с оценкой</b> | <b>Зачет</b> |
|-------------------------|-------------------------------------|--------------|
| 40<R<=50                | Отлично                             | зачет        |
| 30<R<=40                | Хорошо                              |              |
| 20<R<=30                | Удовлетворительно                   |              |
| 0<R<=20                 | Неудовлетворительно                 | незачет      |

При промежуточном контроле успеваемость студентов оценивается по четырехбалльной системе «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно», либо «зачет», «незачет».

.

Таблица 6 – Критерии оценивания результата обучения по дисциплине и шкала оценивания

| Код и наименование компетенции   | Код и наименование индикатора достижения компетенции   | Критерии оценивания результатов обучения   |  |  |   |
|--|--|--|--|--|---|
|  |  | Оценка «неудовлетворительно» / «не зачтено» 0-59% от max рейтинговой оценки контроля   | Оценка «удовлетворительно» / «зачтено» 60-74% от max рейтинговой оценки контроля   | Оценка «хорошо» / «зачтено» 75-89% от max рейтинговой оценки контроля  | Оценка «отлично» / «зачтено» 90-100% от max рейтинговой оценки контроля   |
| <b>ОПК-1</b><br>Способен использовать базовые знания естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования. | <b>ИОПК-1.1</b><br>Использует базовые знания естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности<br><b>ИОПК-1.2</b><br>Применяет методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования | Изложение учебного материала бессистемное, неполное, не усвоены основные законы и правила общей физики, непонимание их использования в рамках поставленных целей и задач, что препятствует усвоению последующего материала | Фрагментарные, поверхностные знания по методам математического анализа. Изложение полученных знаний неполное, однако это не препятствует усвоению последующего материала. Допускаются отдельные существенные ошибки, исправленные с помощью преподавателя. Затруднения при формулировании результатов и их решений | Знает материал на достаточно хорошем уровне; представляет основные задачи профессиональной деятельности, имеет навык в постановки целей и выбора оптимальных способов их достижения. | Имеет глубокие знания всего материала структуры дисциплины; освоил новации лекционного курса по сравнению с учебной литературой; изложение полученных знаний полное, системное; допускаются единичные ошибки, самостоятельно исправляемые при собеседовании |

Таблица 7 – Критерии оценивания

| Оценка  | Критерии оценивания   |
|---|---|
| Высокий уровень «5» (отлично)                 | оценку « <b>отлично</b> » заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы. |
| Средний уровень «4» (хорошо)                  | оценку « <b>хорошо</b> » заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки.  |
| Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)     | оценку « <b>удовлетворительно</b> » заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы.        |
| Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно) | оценку « <b>неудовлетворительно</b> » заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы.   |

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Электронный адрес кафедры ОиЯФ [comphys@nntu.ru](mailto:comphys@nntu.ru)

Для самостоятельного изучения теоретической части курса, подготовки к практическим занятиям на кафедре ОиЯФ и в научно-технической библиотеке (<https://library.nntu.ru/megapro/web>) имеются:

### 6.1 Учебная литература, печатные издания библиотечного фонда

Таблица 8 – Перечень учебной литературы

| № р-ла | Наименование учебно-методического обеспечения   |
|--------|---|
| 1-3    | <ol style="list-style-type: none"> <li>Иродов, И. Е.Квантовая физика. Основные законы : [учеб.пособие] / И.Е. Иродов. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний., 2021. – 256 с.</li> <li>Савельев И.В. Курс общей физики: В 3-х т. Т.3: Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц / И.В. Савельев. 13-е изд., стер. СПб.: Лань 2005. – 320 с</li> <li>. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Том 5 ч.1. Атомная и ядерная физика. Учебное пособие / Д.В. Сивухин. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2018. – 426 с</li> <li>Матвеев А. Н. Атомная физика / А.Н. Матвеев. Изд.: ЮРАЙТ-Восток, 2007. – 432 с.</li> <li>Шпольский Э.В. Атомная физика. Том 1./ Э.В.Шпольский. Изд.Лань. 2010–524с.</li> </ol> |

### 6.2 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

Методические указания по выполнению лабораторных работ по дисциплине Физика выложены в электронной библиотеке <https://library.nntu.ru/megapro/web>:

Учебно-методическое пособие к лабораторной работе по физике № 3 - 1. «Определение первого потенциала возбуждения атомов методом Франка-Герца»

Учебно-методическое пособие к лабораторной работе по физике № 4 - 2. «Изучение явления фотоэффекта»

Учебно-методическое пособие к лабораторной работе по физике № 4 - 5. «Изучение атомных спектров двух- и трехвалентных элементов»

Учебно-методическое пособие к лабораторной работе по физике № 4 - 6. «Эффект Комптона»

Учебно-методическое пособие к лабораторной работе по физике № 4 - 10. «Изучение спектра атома водорода»

Учебно-методическое пособие к лабораторной работе по физике № 4 - 11. «Компьютерное моделирование эффекта Зеемана»

## 7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Ресурсы системы федеральных образовательных порталов:

1. Федеральный портал. Российское образование, <http://www.edu.ru/>
2. Российский образовательный портал, <http://www.school.edu.ru/default.asp>

Научно-техническая библиотека НГТУ

<https://www.nntu.ru/structure/view/podrazdeleniya/nauchno-tehnicheskaya-biblioteka/resursy>

Электронная библиотека «Первокурсник» Института ИЯЭИТФ:

<https://www.nntu.ru/structure/view/podrazdeleniya/nauchno-tehnicheskaya-biblioteka/resursy#collapse2411>

ЭК книг и периодических изданий

<https://library.nntu.ru/megapro/web>

Библиотека электронных учебников

<http://fdp.nntu.ru/книжная-полка/>

Реферативные журналы

[https://www.nntu.ru/frontend/web/ngtu/files/org\\_structura/library/resurvsy/ref\\_gyrnal\\_16.pdf](https://www.nntu.ru/frontend/web/ngtu/files/org_structura/library/resurvsy/ref_gyrnal_16.pdf)

7.2. Перечень информационных справочных систем

Таблица 9 – Перечень электронных библиотечных систем

| № | Наименование ЭБС     | Ссылка к ЭБС  |
|---|----------------------|---|
| 1 | Консультант студента | <a href="http://www.studentlibrary.ru/">http://www.studentlibrary.ru/</a> |
| 2 | Лань                 | <a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>               |
| 3 | Юрайт                | <a href="https://biblio-online.ru/">https://biblio-online.ru/</a>         |

## 8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ

В таблице 10 указан перечень образовательных ресурсов, имеющих формы, адаптированные к ограничениям их здоровья, а также сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования. При заполнении таблицы может быть использована информация, размещенная в подразделе «Доступная среда» специализированного раздела сайта НГТУ «Сведения об образовательной организации» <https://www.nntu.ru/sveden/accenv/>

Таблица 10 – Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ

| № | Перечень образовательных ресурсов, приспособленных для использования инвалидами и лицами с ОВЗ | Сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования |
|---|--|---|
| 1 | ЭБС «Консультант студента»   | озвучка книг и увеличение шрифта  |
| 2 | ЭБС «Лань»   | специальное мобильное приложение - синтезатор речи, который воспроизводит тексты книг и меню навигации  |
| 3 | ЭБС «Юрайт»  | версия для слабовидящих   |

## 9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Учебные аудитории для проведения занятий по дисциплине, оснащены оборудованием и техническими средствами обучения

В таблице 11 перечислены:

- учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения;
- помещения для самостоятельной работы обучающихся, которые должны быть оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду НГТУ.

Таблица 11 – Оснащенность аудиторий и помещений для самостоятельной работы студентов по дисциплине

| № п\п | Наименование дисциплины (модуля), практик в соответствии с учебным планом | Наименование специальных* помещений и помещений для самостоятельной работы   | Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы  |
|-------|---|--|--|
|       | Физика специальная (атомная)  | 1) № 6245 учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации; (176,4 м <sup>2</sup> ), г. Нижний Новгород, Казанское ш., 12<br><br>2) № 6310 учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации; (104,7 м <sup>2</sup> ), г. Нижний Новгород, Казанское ш., 12 | 1) Столы, стулья на 50 чел. Аудиторная доска для мела.<br><br>2) Столы, стулья на 25 чел, аудиторная доска для мела. |

|  |  |   |  |
|--|--|---|--|
|  |  | <p>3) № 5217 учебная аудитория для проведения лабораторных занятий в лаборатории «Атомная физика»; (43,3 м<sup>2</sup>), г. Нижний Новгород, ул. Минина, 28</p> | <p>3) Столы, стулья на 18 чел, аудиторная доска для мела,<br/>СПЕЦИАЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ:комплект устройств для изучения свойств электромагнитного излучения высоких частот и законов атомной физики.<br/>КОМПЬЮТЕРЫ.</p> |
|--|--|---|--|

## 10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

### 10.1. Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии

Дисциплина реализуется посредством проведения контактной работы с обучающимися (включая проведение текущего контроля успеваемости), самостоятельной работы обучающихся и промежуточной аттестации.

Контактная работа: аудиторная, внеаудиторная, в том числе в электронной информационно-образовательной среде университета (далее – ЭИОС).

При преподавании дисциплины «Физика», используются современные образовательные технологии, позволяющие повысить активность студентов при освоении материала курса и предоставить им возможность эффективно реализовать часы самостоятельной работы.

На лекциях, лабораторных занятиях приветствуются вопросы и обсуждения, используется личностно-ориентированный подход, технология работы в малых группах, что позволяет студентам проявить себя, получить навыки самостоятельного изучения материала, выровнять уровень знаний в группе.

Все вопросы, возникшие при самостоятельной работе над домашним заданием подробно разбираются на лабораторных занятиях и лекциях. Проводятся индивидуальные и групповые консультации с использованием, как встреч со студентами, так и современных информационных технологий: чат, электронная почта, Skype, Zoom.

Инициируется активность студентов, поощряется задание любых вопросов по материалу, практикуется индивидуальный ответ на вопросы студента, рекомендуются методы успешного самостоятельного усвоения материала в зависимости от уровня его базовой подготовки. Привлекаются интересующиеся студенты к написанию самостоятельных работ, которые можно доложить на институсских и всероссийских научно-методических конференциях

Для оценки знаний, умений, навыков и уровня сформированности компетенции применяется балльно-рейтинговая система контроля и оценки успеваемости студентов в процессе текущего контроля.

Промежуточная аттестация проводится в форме экзамена с учетом текущей успеваемости.

**Результат обучения считается сформированным на повышенном уровне**, если теоретическое содержание курса освоено полностью. При устных собеседованиях студент

исчерпывающе, последовательно, четко и логически излагает учебный материал; свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами заданий, использует в ответе дополнительный материал. Все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, студент способен анализировать полученные результаты, проявляет самостоятельность при выполнении заданий.

**Результат обучения считается сформированным на пороговом уровне**, если теоретическое содержание курса освоено полностью. При устных собеседованиях студент последовательно, четко и логически стройно излагает учебный материал; справляется с задачами, вопросами и другими видами заданий, требующих применения знаний; все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, студент способен анализировать полученные результаты; проявляет самостоятельность при выполнении заданий

**Результат обучения считается несформированным**, если студент при выполнении заданий не демонстрирует знаний учебного материала, допускает ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет задания, не демонстрирует необходимых умений, качество выполненных заданий не соответствует установленным требованиям, качество их выполнения оценено числом баллов ниже трех по оценочной системе, что соответствует допороговому уровню.

#### 10.2. Методические указания для занятий лекционного типа

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов тематического плана. В ходе лекционных занятий раскрываются базовые вопросы в рамках каждой темы дисциплины (Таблица 4). Обозначаются ключевые аспекты тем и акцентируется внимание на наиболее сложных и важных положениях изучаемого материала. Материалы лекций являются опорной основой для подготовки обучающихся к практическим занятиям / лабораторным работам и выполнения заданий самостоятельной работы, а также к мероприятиям текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.

В ходе лекционных занятий рекомендуется вести конспектирование учебного материала.

#### 10.3. Методические указания по освоению дисциплины на лабораторных работах

Подготовку к каждой лабораторной работе студент должен начать с ознакомления с планом занятия, который отражает содержание предложенной темы. Каждая выполненная работа с оформленным отчетом подлежит защите у преподавателя.

При оценивании лабораторных работ учитывается следующее:

- качество выполнения экспериментально-практической части работы и степень соответствие результатов работы заданным требованиям;
- качество оформления отчета по работе;
- качество устных ответов на контрольные вопросы при защите работы.

#### 10.4. Методические указания по самостоятельной работе обучающихся

Самостоятельная работа обеспечивает подготовку обучающегося к аудиторным занятиям и мероприятиям текущего контроля и промежуточной аттестации по изучаемой дисциплине. Результаты этой подготовки проявляются в активности обучающегося на занятиях и в качестве выполненных практических заданий, отчетов по лабораторным работам и других форм текущего контроля.

При выполнении заданий самостоятельной работы рекомендуется проработка мате-

риалов лекций по каждой пройденной теме, а также изучение рекомендуемой литературы, представленной в **Разделе 6**.

В процессе самостоятельной работы при изучении дисциплины студенты могут через информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет» воспользоваться ресурсами электронной информационно-образовательной среды университета (ЭИОС) и электронной библиотечной системы (ЭБС), где в электронном виде размещены учебные и учебно-методические материалы.

## 11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

11.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе текущего контроля успеваемости

Для текущего контроля знаний студентов по дисциплине проводится **комплексная оценка знаний**, включающая:

- проведение контрольных работ;
- отчет по лабораторным работам;
- тестирование по различным разделам курса;
- экзамен.

### 11.1.1. Типовые задания для лабораторных работ

Типовые задания для лабораторных работ приведены в учебно-методических пособиях по проведению лабораторных работ.

### 11.1.2. Типовые вопросы для промежуточной аттестации в форме экзамена

#### Вопросы к экзамену

1. Фотоэффект. Экспериментальные закономерности фотоэффекта. Объяснение фотоэффекта. Уравнение Эйнштейна.
2. Фотоны. Экспериментальное подтверждение теории фотонов. Характеристики фотонов.
3. Эффект Комptonа. Комптоновское смещение. От чего оно зависит?
4. Рассеяние альфа-частиц. Ядерная модель атома. Постулаты Бора. Опыт Франка-Герца.
5. Боровское условие квантования. Элементарная боровская теория атома водорода. Энергия атома водорода.
6. Волновые свойства частиц. Гипотеза де-Броиля. Корпускулярно-волновой дуализм.
7. Принцип неопределенности. Соотношение неопределенностей Гайзенберга.
8. Уравнение Шрёдингера. Волновая функция, ее свойства. Ее физический смысл.
9. Частица в одномерной потенциальной яме. Потенциальный барьер. Туннельный эффект.
10. Уравнение Шрёдингера для квантового осциллятора. Физический смысл частоты квантового осциллятора.
11. Уравнение Шредингера для атома водорода. Квантование энергии и момента импульса. Волновая функция атома водорода. Квантовые числа. Различие понятия момент импульса в классической и квантовой механике.
12. Спектры щелочных металлов. Мультиплетность спектров. Спин. Естественное расщепление энергетических спектров. Связь мультиплетности со строением атома.
13. Результирующий механический момент многоэлектронного атома. Спин-орбитальное взаимодействие. Квантовые числа многоэлектронных атомов.

14. Вырожденные состояния атомов. Кратность вырождения. Снятие вырождения.
15. Принцип Паули. Распределение электронов по энергетическим уровням. Оболочка и подоболочка. Периодическая система элементов.
16. Тормозное и характеристическое рентгеновское излучение. Оптические и рентгеновские спектры.
17. Магнитный момент атома. Гиромагнитные отношения. Фактор Ланде.
18. Атом в магнитном поле. Эффект Зеемана.
19. Энергия молекулы. Молекулярные спектры.
20. Вынужденное излучение. Лазеры.

### 11.1.3. Типовые тестовые задания для текущего контроля

1. Узкий пучок рентгеновских лучей падает на монокристалл  $NaCl$ . Наименьший угол скольжения, при котором еще наблюдается зеркальное отражение от системы кристаллических плоскостей с межплоскостным расстоянием  $d = 0,28\text{ нм}$ , равен  $\alpha = 4,1^\circ$ . Каково напряжение на рентгеновской трубке?
2. До какого максимального потенциала зарядится удаленный от других тел медный шарик при облучении его электромагнитным излучением с длиной волны  $\lambda = 140\text{ нм}$ .
3. Основываясь на том, что энергия ионизации атома водорода  $E_i = 13,6 \text{ эВ}$ , определить в электрон-вольтах энергию фотона, соответствующую самой длинноволновой линии серии Бальмера.
4. Моноэнергетический пучок нейтронов, получаемый в результате ядерной реакции, падает на кристалл с периодом  $d=0,15\text{ нм}$ . Определить скорость нейтронов, если брэгговское отражение первого порядка наблюдается, когда угол скольжения  $= 30^\circ$ .
5. Используя соотношение неопределенностей, оценить минимальную кинетическую энергию нуклона в атомном ядре. Размер ядра  $R \approx 10^{-12} \text{ см}$
6. Определить, при какой ширине одномерной прямоугольной «потенциальной ямы» с бесконечно высокими «стенками» дискретность энергетического спектра электрона сравнима с его средней кинетической энергией при температуре  $T$
7. Выписать спектральные обозначения термов атома водорода, электрон которого находится в состоянии с главным квантовым числом  $n=3$ .

### Регламент проведения текущего контроля в форме компьютерного тестирования

| Кол-во заданий в банке вопросов                                   | Кол-во заданий, предъявляемых студенту | Время на тестирование, мин. |
|---|--|-----------------------------|
| не менее 120 или указывают конкретное количество тестовых заданий | 30                                     | 30                          |

Полный фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации в форме компьютерного тестирования размещен в банке вопросов данного курса дисциплины в СДО e-Learning.

В ходе подготовки к текущему контролю обучающимся предоставляется возможность пройти тест самопроверки. Тест для самопроверки по дисциплине размещен в СДО e-Learning НГТУ в свободном для студентов доступе.

**РЕЦЕНЗИЯ**  
**на рабочую программу дисциплины «Физика специальная (атомная)»**  
**ОП ВО по направлению**  
**14.05.02 «Атомные станции: проектирование, эксплуатация, инжиниринг»,**  
**направленность «Проектирование и эксплуатация атомных станций»**  
**(квалификация выпускника – специалист)**

Раевским А.С., профессор, зав кафедры ФТОС НГТУ им. Р.Е. Алексеева, доктор ф-м. н. (далее по тексту рецензент), проведена рецензия рабочей программы дисциплины «физика специальная (атомная)» ОП ВО по направлению 14.05.02 – «Атомные станции: проектирование, эксплуатация, инжиниринг», направленность «Проектирование и эксплуатация атомных станций» (квалификация - специалист) разработанной в ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный технический университет имени Р.Е. Алексеева», на кафедре ОиЯФ (разработчик Яшина А.Н., к. ф-м. н., доцент).

Рассмотрев представленные на рецензию материалы, рецензент пришел к следующим выводам.

Программа *соответствует* требованиям ФГОС ВО по направлению 14.05.02 – «Атомные станции: проектирование, эксплуатация, инжиниринг». Программа *содержит* все основные разделы, *соответствует* требованиям к нормативно-методическим документам. Представленная в Программе **актуальность** учебной дисциплины в рамках реализации ОПОП ВО *не подлежит сомнению* – дисциплина относится к базовой/вариативной части учебного цикла – Б1.Б.20.

Представленные в Программе **цели** дисциплины *соответствуют* требованиям ФГОС ВО направления 14.05.02 «Атомные станции: проектирование, эксплуатация, инжиниринг».

В соответствии с Программой за дисциплиной «физика специальная (атомная)» закреплена **компетенция** ОПК-1. Дисциплина и представленная Программа *способны реализовать* ее в объявленных требованиях.

**Результаты обучения**, представленные в Программе в категориях знать, уметь, владеть *соответствуют* специфике и содержанию дисциплины и *демонстрируют возможность* получения заявленных результатов.

Общая трудоёмкость дисциплины «физика специальная (атомная)» составляет 4 зачётных единицы (144 часа). Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин *соответствует* действительности. Дисциплина «физика специальная (атомная)» взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 14.05.02 – «Атомные станции: проектирование, эксплуатация, инжиниринг» и возможность дублирования в содержании отсутствует.

Представленная программа предполагает использование современных образовательных технологий, используемые при реализации различных видов учебной работы. Формы образовательных технологий *соответствуют* специфике дисциплины.

Виды, содержание и трудоёмкость самостоятельной работы студентов, представленные в Программе, *соответствуют* требованиям к подготовке выпускников, содержащимся во ФГОС ВО направления 14.05.02 «Атомные станции: проектирование, эксплуатация, инжиниринг».

Представленные и описанные в Программе формы *текущей* оценки знаний (опрос, как в форме обсуждения отдельных вопросов, участие в тестировании, работа над домашним заданием и аудиторных заданиях, в том числе проведение эксперимента на лабораторных занятиях и устная сдача результатов), *соответствуют* специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Форма промежуточного контроля знаний студентов, предусмотренная Программой, осуществляется в форме экзамена, что *соответствует* статусу дисциплины, как дисциплины базовой части учебного цикла – Б1 Б.20 ФГОС ВО направления 14.05.02 «Атомные станции: проектирование, эксплуатация, инжиниринг». Нормы оценки знаний, представ-

ленные в Программе, *соответствуют* специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено: основной литературой – Иродов, И. Е.Квантовая физика. Основные законы, Савельев И.В. Курс общей физики: В 3-х т. Т.3: Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц (базовые учебники), дополнительной литературой – 3 наименований, периодическими изданиями – 7 источников со ссылкой на электронные ресурсы, Интернет-ресурсы – 3 источника и *соответствует* требованиям ФГОС ВО направления 14.05.02 «Атомные станции: проектирование, эксплуатация, инжиниринг».

Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует специфике дисциплины «физика специальная (атомная)» и обеспечивает использование современных образовательных, в том числе интерактивных методов обучения.

Методические рекомендации студентам и методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине дают представление о специфике обучения по дисциплине «физика специальная (атомная)».

### **ОБЩИЕ ВЫВОДЫ**

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины «физика специальная (атомная)» ОПОП ВО по направлению 14.05.02 «Атомные станции: проектирование, эксплуатация, инжиниринг» направленность «Проектирование и эксплуатация атомных станций» (квалификация выпускника – специалист), разработанная Яшиной А.Н., доц., к. ф-м. н. соответствует требованиям ФГОС ВО, современным требованиям экономики, рынка труда и позволит при её реализации успешно обеспечить формирование заявленных компетенций.

Рецензент: Раевский А.С., профессор, зав. каф. ФТОС НГТУ им. Р.Е. Алексеева, д. ф-м. н.

\_\_\_\_\_ « 1 » июня 2021 г.

(подпись)

Подпись рецензента ФИО заверяю <sup>2</sup>

Директор ИЯЭиТФ Хробостов А.Е.

УТВЕРЖДАЮ:  
Директор института ИЯЭиТФ

“ \_\_\_\_ ” 2021 г.

**Лист актуализации рабочей программы дисциплины**

« \_\_\_\_\_ »  
индекс по учебному плану, наименование

для подготовки специалистов/

Направление: {шифр – название} 14.05.02 \_\_\_\_\_

Направленность: \_\_\_\_\_

Форма обучения \_очная \_\_\_\_\_

Год начала подготовки: 2021 \_\_\_\_\_

Курс 3 \_\_\_\_\_

Семестр 5 \_\_\_\_\_

а) В рабочую программу не вносятся изменения. Программа актуализирована для 20\_\_ г. начала подготовки.

б) В рабочую программу вносятся следующие изменения (указать на какой год начала подготовки):

- 1) .....;
- 2) .....;
- 3) .....

Разработчик (и): Яшина А.Н., к.ф-м.н., доцент  
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

«\_\_» 2021г.

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры ОиЯФ  
протокол № \_\_\_\_\_ от «\_\_» 2021г.

Заведующий кафедрой Бударагин Р.В.

**Лист актуализации принят на хранение:**

Заведующий выпускающей кафедрой АиТС: \_\_\_\_\_ «\_\_» 2021г.

Методический отдел УМУ: \_\_\_\_\_ «\_\_» 2021г.

---