

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего  
образования  
"САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ"

Кафедра № 3

УТВЕРЖДАЮ

Ответственный за образовательную  
программу

проф., д.т.н., проф.

(должность, уч. степень, звание)

И.А. Вельмисов

(инициалы, фамилия)

(подпись)

« 4 » февраля 2025 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Дополнительные разделы физики»  
(Наименование дисциплины)

|                                                       |                                                                                         |
|-------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| Код направления подготовки/<br>специальности          | 25.05.03                                                                                |
| Наименование направления<br>подготовки/ специальности | Техническая эксплуатация транспортного<br>радиооборудования                             |
| Наименование<br>направленности                        | Техническая эксплуатация радиоэлектронного<br>оборудования аэропортов и воздушных трасс |
| Форма обучения                                        | заочная                                                                                 |
| Год приема                                            | 2025                                                                                    |

Санкт-Петербург– 2025

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

доц., к.ф.-м.н.  
(должность, уч. степень, звание)



03.02.2025

(подпись, дата)

Б.В. Лобанов

(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 3

« 03 » февраля 2025 г, протокол № 10

Заведующий кафедрой № 3

д.т.н., проф.  
(уч. степень, звание)



03.02.2025

(подпись, дата)

А.В. Копыльцов

(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №2 по методической работе

доц., к.т.н., доц.  
(должность, уч. степень, звание)



04.02.2025

(подпись, дата)

Н.В. Марковская

(инициалы, фамилия)

## Аннотация

Дисциплина «Дополнительные разделы физики» входит в образовательную программу высшего образования – программу специалитета по направлению подготовки/ специальности 25.05.03 «Техническая эксплуатация транспортного радиооборудования» направленности «Техническая эксплуатация радиоэлектронного оборудования аэропортов и воздушных трасс». Дисциплина реализуется кафедрой «№3».

Дисциплина не является обязательной при освоении обучающимся образовательной программы и направлена на углубленное формирование следующих компетенций:

ОПК-1 «Способен использовать основные законы математики, единицы измерения, фундаментальные принципы и теоретические основы физики, теоретической механики»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с отдельными проблемами и разделами общей физики.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: практические занятия, самостоятельная работа.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме зачета.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 1 зачетную единицу, 36 часов.

Язык обучения по дисциплине «русский»

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

### 1.1. Цели преподавания дисциплины

- изучение основных физических явлений, фундаментальных понятий, теорий и законов классической и современной физики, включая представление о границах их применимости;
- овладение методами научных физических исследований, формирование умения выделять конкретное физическое содержание в проектных и производственных задачах будущей деятельности, освоение приемов и методов решения конкретных задач из различных областей физики;
- создание поддерживающей образовательной среды преподавания для освоения технических дисциплин.

1.2. Дисциплина является факультативной дисциплиной по специальности образовательной программы высшего образования (далее – ОП ВО).

1.3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП ВО.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями или их частями. Компетенции и индикаторы их достижения приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень компетенций и индикаторов их достижения

| Категория (группа) компетенции   | Код и наименование компетенции                                                                                                                            | Код и наименование индикатора достижения компетенции                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Общепрофессиональные компетенции | ОПК-1 Способен использовать основные законы математики, единицы измерения, фундаментальные принципы и теоретические основы физики, теоретической механики | ОПК-1.3.1 знать основные законы математики, единицы измерения, фундаментальные принципы и теоретические основы физики, теоретической механики<br>ОПК-1.У.1 уметь применять физико-математический аппарат для решения задач теоретического и прикладного характера<br>ОПК-1.В.1 владеть навыками использования знаний математики, физики и механики при решении профессиональных задач |

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина может базироваться на знаниях, ранее приобретенных обучающимися при изучении следующих дисциплин:

- «Математика. Аналитическая геометрия и линейная алгебра»;
- «Математика. Математический анализ»;
- «Математика. Теория вероятностей и математическая статистика»;
- «Физика».

Знания, полученные при изучении материала данной дисциплины, имеют как самостоятельное значение, так и используются при изучении других дисциплин:

- «Материаловедение»;
- «Электроника»;
- «Электротехника».

## 3. Объем и трудоемкость дисциплины

Данные об общем объеме дисциплины, трудоемкости отдельных видов учебной работы по дисциплине (и распределение этой трудоемкости по семестрам) представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Объем и трудоемкость дисциплины

| Вид учебной работы                                                                          | Всего | Трудоемкость по семестрам |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|-------|---------------------------|
|                                                                                             |       | №3                        |
| 1                                                                                           | 2     | 3                         |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины, 3Е/ (час)</b>                                             | 1/ 36 | 1/ 36                     |
| <b>Из них часов практической подготовки</b>                                                 |       |                           |
| <b>Аудиторные занятия, всего час.</b>                                                       | 4     | 4                         |
| в том числе:                                                                                |       |                           |
| лекции (Л), (час)                                                                           |       |                           |
| практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)                                                | 4     | 4                         |
| лабораторные работы (ЛР), (час)                                                             |       |                           |
| курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)                                                    |       |                           |
| экзамен, (час)                                                                              |       |                           |
| <b>Самостоятельная работа, всего (час)</b>                                                  | 32    | 32                        |
| <b>Вид промежуточной аттестации:</b> зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.**) | Зачет | Зачет                     |

Примечание: \*\* кандидатский экзамен

#### 4. Содержание дисциплины

4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий.

Разделы, темы дисциплины и их трудоемкость приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Разделы, темы дисциплины, их трудоемкость

| Разделы, темы дисциплины     | Лекции (час) | ПЗ (СЗ) (час) | ЛР (час) | КП (час) | СРС (час) |
|------------------------------|--------------|---------------|----------|----------|-----------|
| Семестр 3                    |              |               |          |          |           |
| Раздел 1. Квантовая оптика   |              | 2             |          |          | 16        |
| Раздел 2. Квантовая механика |              | 2             |          |          | 16        |
| Итого в семестре:            |              | 4             |          |          | 32        |
| Итого                        | 0            | 4             | 0        | 0        | 32        |

Практическая подготовка заключается в непосредственном выполнении обучающимися определенных трудовых функций, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий.

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 4.

Таблица 4 – Содержание разделов и тем лекционного цикла

| Номер раздела | Название и содержание разделов и тем лекционных занятий |
|---------------|---------------------------------------------------------|
|               | <b>Учебным планом не предусмотрено</b>                  |

4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Практические занятия и их трудоемкость

| № п/п     | Темы практических занятий     | Формы практических занятий | Трудоемкость, (час) | Из них практической подготовки, (час) | № раздела дисциплины |
|-----------|-------------------------------|----------------------------|---------------------|---------------------------------------|----------------------|
| Семестр 3 |                               |                            |                     |                                       |                      |
| 1         | Законы теплового излучения    | Решение задач              | 2                   |                                       | 1                    |
| 2         | Атом водорода. Постулаты Бора | Решение задач              | 2                   |                                       | 2                    |
| Всего     |                               |                            | 4                   |                                       |                      |

#### 4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

| № п/п                           | Наименование лабораторных работ | Трудоемкость, (час) | Из них практической подготовки, (час) | № раздела дисциплины |
|---------------------------------|---------------------------------|---------------------|---------------------------------------|----------------------|
| Учебным планом не предусмотрено |                                 |                     |                                       |                      |
|                                 |                                 |                     |                                       |                      |
| Всего                           |                                 |                     |                                       |                      |

#### 4.5. Курсовое проектирование/ выполнение курсовой работы

Учебным планом не предусмотрено

#### 4.6. Самостоятельная работа обучающихся

Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

| Вид самостоятельной работы                        | Всего, час | Семестр 3, час |
|---------------------------------------------------|------------|----------------|
| 1                                                 | 2          | 3              |
| Изучение теоретического материала дисциплины (ТО) | 8          | 8              |
| Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ) | 8          | 8              |
| Контрольные работы заочников (КРЗ)                | 8          | 8              |
| Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)        | 8          | 8              |
| Всего:                                            | 32         | 32             |

### 5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. 7-11.

#### 6. Перечень печатных и электронных учебных изданий

Перечень печатных и электронных учебных изданий приведен в таблице 8.

Таблица 8– Перечень печатных и электронных учебных изданий

| Шифр/<br>URL адрес                                                                                    | Библиографическая ссылка                                                                                                                                                                     | Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров) |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| 53<br>Т76                                                                                             | Курс физики: учебное пособие / Т. И. Трофимова. - 21-е изд., стер. - М.: Академия, 2015. - 560 с.: рис., табл. - (Высшее образование). - Предм. указ.: с. 537 -549. - ISBN 978-5-4468-2023-8 | 94                                                                  |
| <a href="https://znanium.com/catalog/product/1984911">https://znanium.com/catalog/product/1984911</a> | Иродов, И. Е. Механика. Основные законы : учебное пособие / И. Е. Иродов. - 15-е изд. - Москва : Лаборатория знаний, 2021. - 312 с.                                                          |                                                                     |
| <a href="https://znanium.com/catalog/product/1093071">https://znanium.com/catalog/product/1093071</a> | Иродов, И. Е. Волновые процессы. Основные законы : учебное пособие / И. Е. Иродов. — 8-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2020. — 266 с.                                                  |                                                                     |
| <a href="https://znanium.com/catalog/product/1984918">https://znanium.com/catalog/product/1984918</a> | Иродов, И. Е. Электромагнетизм. Основные законы : учебное пособие / И. Е. Иродов. - 12-е изд. - Москва : Лаборатория знаний, 2021. - 322 с.                                                  |                                                                     |
| <a href="https://znanium.com/catalog/product/1984909">https://znanium.com/catalog/product/1984909</a> | Иродов, И. Е. Квантовая физика. Основные законы : учебное пособие / И. Е. Иродов. - 8-е изд. - Москва : Лаборатория знаний, 2021. - 261 с.                                                   |                                                                     |
| <a href="https://znanium.com/catalog/product/1984908">https://znanium.com/catalog/product/1984908</a> | Иродов, И. Е. Задачи по общей физике : учебное пособие для вузов / И. Е. Иродов. - 14-е изд. - Москва : Лаборатория знаний, 2021. - 434 с.                                                   |                                                                     |
| <a href="https://e.lanbook.com/book/142380">https://e.lanbook.com/book/142380</a>                     | Савельев, И. В. Курс общей физики: учебное пособие: в 3 томах / И. В. Савельев. - 16-е изд., стер. - Санкт-Петербург: Лань, 2020 - Том 1: Механика. Молекулярная физика - 2020.              |                                                                     |

#### 7. Перечень электронных образовательных ресурсов

информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины приведен в таблице 9.

Таблица 9 – Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

| URL адрес                                                                                     | Наименование                                                                                                        |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <a href="https://fizikaguap.ru/">https://fizikaguap.ru/</a>                                   | Образовательный ресурс кафедры физики ГУАП                                                                          |
| <a href="https://new-science.ru/category/fizika/">https://new-science.ru/category/fizika/</a> | Интернет-журнал «Новая Наука». Раздел физика                                                                        |
| <a href="https://ufn.ru/ru/">https://ufn.ru/ru/</a>                                           | Электронная версия журнала «Успехи физических наук», Физический институт им. П.Н. Лебедева Российской академии наук |

#### 8. Перечень информационных технологий

8.1. Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10– Перечень программного обеспечения

| № п/п | Наименование     |
|-------|------------------|
|       | Не предусмотрено |

8.2. Перечень информационно-справочных систем, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

Таблица 10– Перечень программного обеспечения

| № п/п | Наименование |
|-------|--------------|
| 1     | MS Office    |
| 2     | MS Windows   |

#### 9. Материально-техническая база

Состав материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине, представлен в таблице 12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

| № п/п | Наименование составной части материально-технической базы                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Номер аудитории (при необходимости)                                |
|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| 1     | Учебная аудитория для занятий лекционного типа, лабораторных занятий, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.<br>Оснащение: Специализированная мебель; технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории; лабораторное оборудование (комплект приборов для физических измерений (электронный завод Эльвиро Вроцлав); Установки FRM – 06; FRM – 08; FRM – 09; FRM – 07; FRM – 03; FRM – 02; FRM – 01; FRM – 04; FRM – 05; FRM – 10) | 196135, г. Санкт-Петербург, ул. Гастелло, д. 15, аудитория №31-046 |



|   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                    |
|---|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| 2 | <p>Учебная аудитория для практических занятий, занятий семинарского типа, лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.</p> <p>Оснащение: Специализированная мебель; технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории; лабораторное оборудование (комплект приборов для физических измерений (электронный завод Эльвро Вроцлав); Установки FRM – 06; FRM – 08; FRM – 09; FRM – 07; FRM – 03; FRM – 02; FRM – 01; FRM – 04; FRM – 05; FRM – 10)</p>                                                                                                                                                                                                                                                 | 196135, г. Санкт-Петербург, ул. Гастелло, д. 15, аудитория №31-04в |
| 3 | <p>Учебная аудитория для занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.</p> <p>Оснащение: Специализированная мебель; технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории; набор демонстрационного оборудования.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 196135, г. Санкт-Петербург, ул. Гастелло, д. 15, аудитория №32-01  |
| 4 | <p>Учебная аудитория для практических занятий типа, лабораторных занятий, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.</p> <p>Оснащение: Специализированная мебель; технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории; лабораторное оборудование (модульные лабораторные установки по электромагнетизму: ФПЭ – 03, ФПЭ – 07, ФПЭ – 05, ФПЭ – 08, ФПЭ – 11, ФПЭ – 12, ФПЭ – 04 (ООО «Интос» г. Москва); микросистемы; лабораторные работы по волновой оптике: 1.Бипризма Френеля, 2.Кольца Ньютона, 3.Дифракция плоских волн, 4.Дифракционная решетка, 5.Поляризация света, 6.Определение длин волн спектральных линий; лабораторный стенд ИТЗ-ЭМ-П-ПО (ООО «Профобразование» г. Казань)).</p> | 196135, г. Санкт-Петербург, ул. Гастелло, д. 15, аудитория №32-04  |
| 5 | <p>Учебная аудитория для лабораторных занятий.</p> <p>Оснащение: Специализированная мебель; технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории; лабораторное оборудование (модульные лабораторные установки по электромагнетизму: ФПЭ – 03, ФПЭ – 07, ФПЭ – 05, ФПЭ – 08, ФПЭ – 11, ФПЭ – 12, ФПЭ – 04 (ООО «Интос» г. Москва); микросистемы; лабораторные работы по волновой оптике: 1.Бипризма Френеля, 2.Кольца Ньютона, 3.Дифракция плоских волн, 4.Дифракционная решетка, 5.Поляризация света, 6.Определение длин волн спектральных линий; лабораторный стенд ИТЗ-ЭМ-П-ПО (ООО «Профобразование» г. Казань)).</p>                                                                                                                                              | 196135, г. Санкт-Петербург, ул. Гастелло, д. 15, аудитория №32-06  |

|   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                    |
|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| 6 | <p>Учебная аудитория для практических занятий, лабораторных занятий, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.</p> <p>Оснащение: Специализированная мебель; технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории; лабораторное оборудование</p> <p>(лабораторный комплекс ЛКК-2М №36 и №37 (НТЦ «Владис», г. Москва); лабораторные стенды И-АЧТ-ПО, УИС-АВ-ДР, УИС-АВ-УСП-ПО (ООО Профобразование, г. Казань); установки ФПК-03, ФПК-05, ФПК-10 (НПП «Учебная техника», г. Москва)).</p> | 196135, г. Санкт-Петербург, ул. Гастелло, д. 15, аудитория №32-05. |
| 7 | <p>Учебная аудитория для лабораторных занятий.</p> <p>Оснащение: Специализированная мебель; технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории; лабораторное оборудование.</p> <p>(лабораторный комплекс ЛКК-2М №36 и №37 (НТЦ «Владис», г. Москва); лабораторные стенды И-АЧТ-ПО, УИС-АВ-ДР, УИС-АВ-УСП-ПО (ООО Профобразование, г. Казань); установки ФПК-03, ФПК-05, ФПК-10 (НПП «Учебная техника», г. Москва)).</p>                                                                                                                                        | 196135, г. Санкт-Петербург, ул. Гастелло, д. 15, аудитория №32-03. |

#### 10. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

10.1. Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине приведен в таблице 13.

Таблица 13 – Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

| Вид промежуточной аттестации | Перечень оценочных средств            |
|------------------------------|---------------------------------------|
| Зачет                        | Список вопросов;<br>Тесты;<br>Задачи. |

10.2. В качестве критериев оценки уровня сформированности (освоения) компетенций обучающимися применяется 5-балльная шкала оценки сформированности компетенций, которая приведена в таблице 14. В течение семестра может использоваться 100-балльная шкала модульно-рейтинговой системы Университета, правила использования которой, установлены соответствующим локальным нормативным актом ГУАП.

Таблица 14 – Критерии оценки уровня сформированности компетенций

| Оценка компетенции     | Характеристика сформированных компетенций                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 5-балльная шкала       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| «отлично»<br>«зачтено» | <p>– обучающийся глубоко и всесторонне усвоил программный материал;</p> <p>– уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает;</p> <p>– опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления;</p> <p>– умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи;</p> <p>– делает выводы и обобщения;</p> <p>– свободно владеет системой специализированных понятий.</p> |

| Оценка компетенции                    | Характеристика сформированных компетенций                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|---------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 5-балльная шкала                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| «хорошо»<br>«зачтено»                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы;</li> <li>– не допускает существенных неточностей;</li> <li>– увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления;</li> <li>– аргументирует научные положения;</li> <li>– делает выводы и обобщения;</li> <li>– владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>                                                    |
| «удовлетворительно»<br>«зачтено»      | <ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы;</li> <li>– допускает несущественные ошибки и неточности;</li> <li>– испытывает затруднения в практическом применении знаний направления;</li> <li>– слабо аргументирует научные положения;</li> <li>– затрудняется в формулировании выводов и обобщений;</li> <li>– частично владеет системой специализированных понятий.</li> </ul> |
| «неудовлетворительно»<br>«не зачтено» | <ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся не усвоил значительной части программного материала;</li> <li>– допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении;</li> <li>– испытывает трудности в практическом применении знаний;</li> <li>– не может аргументировать научные положения;</li> <li>– не формулирует выводов и обобщений.</li> </ul>                                                                                                           |

10.3. Типовые контрольные задания или иные материалы.

Вопросы (задачи) для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы (задачи) для экзамена

| № п/п | Перечень вопросов (задач) для экзамена | Код индикатора |
|-------|----------------------------------------|----------------|
|       | Учебным планом не предусмотрено        |                |

Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета

| № п/п | Перечень вопросов (задач) для зачета / дифф. зачета                                                                                                                                                                                                                                    | Код индикатора |
|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| 1     | Что такое абсолютно черное тело?                                                                                                                                                                                                                                                       | ОПК-1.3.1      |
| 2     | Во сколько раз изменится поток энергии от нити накаливания лампы, если удвоить ее температуру? Обоснуйте ваш ответ, опираясь на закон Стефана-Больцмана.                                                                                                                               | ОПК-1.У.1      |
| 3     | Расположите следующие спектральные классы звезд в порядке возрастания абсолютной температуры:<br>А – белые звезды,<br>G – желтые,<br>M – красные,<br>O – голубые<br>Используйте в ответе законы излучения абсолютно черного тела. Объясните полученную закономерность изменения цвета. | ОПК-1.У.1      |
| 4     | Объясните принцип измерения температуры тела с помощью оптического пирометра.                                                                                                                                                                                                          | ОПК-1.У.1      |
| 5     | Что называется внешним фотоэффектом?                                                                                                                                                                                                                                                   | ОПК-1.3.1      |

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |           |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 6  | В каких единицах системы СИ можно измерять энергию фотонов?                                                                                                                                                                                                                                                | ОПК-1.3.1 |
| 7  | Может ли видимое излучение вызвать фотоэффект в пластине из металла, работа выхода которого равна 3.5 эВ? Обоснуйте свой ответ.                                                                                                                                                                            | ОПК-1.В.1 |
| 8  | Объясните причину возникновения тормозного рентгеновского излучения.                                                                                                                                                                                                                                       | ОПК-1.3.1 |
| 9  | Объясните, как энергия фотона связана с длиной световой волны. Обоснуйте ваш ответ.                                                                                                                                                                                                                        | ОПК-1.3.1 |
| 10 | Фотон с длиной волны $\lambda = 97,04$ пм рассеялся на неподвижном электроны под углом $\theta = 90^\circ$ . Предложите способ определения относительного изменения длины волны фотона при комптоновском рассеянии. Рассчитайте его величину в указанном случае. Комптоновская длина волны равна 2,426 пм. | ОПК-1.В.1 |
| 11 | Опишите, что представляет собой атом в рамках модели Томсона. Какие основные недостатки данной модели?                                                                                                                                                                                                     | ОПК-1.3.1 |
| 12 | Атом водорода находится в основном состоянии. Какой длины волны излучение может испустить данный атом? Обоснуйте ваш ответ, используя постулаты Бора.                                                                                                                                                      | ОПК-1.У.1 |
| 13 | В чем состоит гипотеза де Бройля?                                                                                                                                                                                                                                                                          | ОПК-1.3.1 |
| 14 | Объясните, при каких условиях микрочастицы проявляют волновые свойства. Приведите примеры, подтверждающие волновые свойства частиц.                                                                                                                                                                        | ОПК-1.3.1 |
| 15 | Будет ли проявлять волновые свойства футбольный мяч при попадании в ворота шириной 7 м, если масса мяча 400 г., а скорость - 100 км/ч? Ответ обосновать.                                                                                                                                                   | ОПК-1.У.1 |
| 16 | Каков физический смысл волновой функции?                                                                                                                                                                                                                                                                   | ОПК-1.3.1 |
| 17 | В чем отличие стационарного и нестационарного уравнения Шрёдингера?                                                                                                                                                                                                                                        | ОПК-1.3.1 |
| 18 | Сравните длину волны де Бройля для шарика массой $m_{ш} = 0,2$ г и протона массой $m_p = 1.67 \cdot 10^{-27}$ кг, имеющих одинаковые скорости $v$ .                                                                                                                                                        | ОПК-1.У.1 |
| 19 | Каким образом энергия «нулевых колебаний» квантового гармонического осциллятора связана с соотношением неопределенностей Гейзенберга?                                                                                                                                                                      | ОПК-1.У.1 |
| 20 | Посчитайте, сколько электронов может находиться в основном состоянии в атоме.                                                                                                                                                                                                                              | ОПК-1.У.1 |
| 21 | Посчитайте, сколько электронов в атоме, у которого целиком заполнена внешняя 2р-оболочка. Атом какого вещества имеет такую электронную конфигурацию?                                                                                                                                                       | ОПК-1.У.1 |
| 22 | Оцените по порядку величины время жизни квантового состояния, энергия которого характеризуется размытием порядка $\Delta E \approx 0.1$ эВ.                                                                                                                                                                | ОПК-1.В.1 |
| 23 | Микрочастица заперта в одномерной потенциальной яме шириной $l$ с бесконечными стенками и находится в состоянии с квантовым числом $n = 1$ . Покажите, как определить координаты точек, в которых вероятность обнаружить микрочастицу максимальна. Найдите их в указанном случае.                          | ОПК-1.В.1 |
| 24 | Каким может быть спин частиц, которые описываются статистикой Ферми-Дирака? Приведите примеры таких частиц.                                                                                                                                                                                                | ОПК-1.3.1 |
| 25 | Объясните, чем отличается характер заполнения состояний квантовой системы фермионами и бозонами.                                                                                                                                                                                                           | ОПК-1.3.1 |

|    |                                                                                                                                                                                                                                                      |           |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 26 | Сопоставьте свойства спонтанного и вынужденного излучения.                                                                                                                                                                                           | ОПК-1.У.1 |
| 27 | Предложите теоретическое обоснование, как изменится проводимость кремниевого образца, если в него внедрить небольшое количество индиевой примеси? Валентность кремния равна 4, валентность индия – 3.                                                | ОПК-1.В.1 |
| 28 | Опишите принцип работы лазера по трехуровневой схеме.                                                                                                                                                                                                | ОПК-1.3.1 |
| 29 | Лазер работает по трехуровневой схеме. Энергия основного состояния $E_1 = -8$ эВ, энергия возбужденного состояния $E_2 = -5$ эВ, энергия метастабильного состояния $E_3 = -5.2$ эВ. Определите длину волны, на которой происходит рабочее излучение. | ОПК-1.У.1 |
| 30 | Чему равна молярная теплоемкость твердого тела, согласно классической теории теплоемкости Дюлонга и Пти?                                                                                                                                             | ОПК-1.3.1 |
| 31 | Объясните, как квантовая теория теплоемкости твердого тела Дебая дополняет теорию теплоемкости Эйнштейна.                                                                                                                                            | ОПК-1.У.1 |
| 32 | Какая частица называется фононом? Каким квантовым распределением описываются фононы?                                                                                                                                                                 | ОПК-1.3.1 |

Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы

| № п/п | Примерный перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------|
|       | Учебным планом не предусмотрено                                                |

Вопросы для проведения промежуточной аттестации в виде тестирования представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Примерный перечень вопросов для тестов

| № п/п | Примерный перечень вопросов для тестов                                                                                                                                                                                               | Код индикатора |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| 1     | Укажите, какое тело является абсолютно черным телом.<br><b>1) Поглощает все падающее на него излучение</b><br>2) Отражает все падающее на него излучение<br>3) Излучает в рентгеновском диапазоне<br>4) Излучает в видимом диапазоне | ОПК-1.3.1      |
| 2     | У какого из тел отражательная способность близка к нулю?<br>1) Прозрачного<br>2) Зеркального<br>3) Матового<br>4) <b>Черного</b>                                                                                                     | ОПК-1.3.1      |
| 3     | Оцените, во сколько раз увеличилась энергетическая светимость абсолютно черного тела при его нагревании с $T_1 = 1000$ К до $T_2 = 3000$ К.<br>1) В 72 раза<br>2) <b>В 81 раз</b><br>3) В 88 раз<br>4) В 64 раза                     | ОПК-1.В.1      |
| 4     | Выберите, какая формула наиболее точно описывает спектральную                                                                                                                                                                        | ОПК-1.3.1      |

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |           |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
|    | <p>плотность энергетической светимости абсолютно черного тела?</p> <p>1) Формула Ферми-Дирака<br/>2) Формула Бозе-Эйнштейна<br/>3) <b>Формула Планка</b><br/>4) Формула Рэлея-Джинса</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                      |           |
| 5  | <p>Какое излучение является равновесным?</p> <p>1) Альфа-, бета-, гамма-излучения<br/>2) <b>Тепловое излучение</b><br/>3) Лазерное излучение в видимом и инфракрасном диапазонах<br/>4) Тормозное рентгеновское излучение</p>                                                                                                                                                                                                                                                 | ОПК-1.3.1 |
| 6  | <p>Укажите закон, который определяет положение максимума излучательной способности абсолютно черного при заданной абсолютной температуре.</p> <p>1) Закон Стефана-Больцмана<br/>2) <b>Первый закон Вина</b><br/>3) Закон Кирхгофа<br/>4) Закон Малюса</p>                                                                                                                                                                                                                     | ОПК-1.3.1 |
| 7  | <p>Укажите формулу, определяющую энергию светового кванта:</p> <p>1) <math>E = (m \cdot c^2)/2</math><br/>2) <math>E = h \cdot c</math><br/>3) <math>E = h \cdot \lambda</math><br/>4) <b><math>E = h \cdot \nu = h \cdot \lambda / c</math></b></p>                                                                                                                                                                                                                          | ОПК-1.3.1 |
| 8  | <p>Проанализируйте, как изменяется сила тока насыщения при фотоэффекте в случае уменьшения светового потока падающего света постоянной длины волны.</p> <p>1) <b>Уменьшается</b><br/>2) Сначала уменьшается, затем увеличивается<br/>3) Сначала увеличивается, затем уменьшается<br/>4) Сначала остается постоянной, а затем уменьшается</p>                                                                                                                                  | ОПК-1.У.1 |
| 9  | <p>Проанализируйте, что произойдет с кинетической энергией фотоэлектронов, если, не меняя частоты падающего света, увеличить его интенсивность в 2 раза?</p> <p>1) Уменьшится в 2 раза<br/>2) Увеличится в 4 раза<br/>3) <b>Не изменится</b><br/>4) Увеличится в 2 раза</p>                                                                                                                                                                                                   | ОПК-1.У.1 |
| 10 | <p>Оцените величину красной границы фотоэффекта (в герцах) для катода, изготовленного из вольфрама толщиной 2 мм. Катод покрыт слоем оксида бария. Работа выхода электронов с поверхности катода равна 2 эВ. Постоянная Планка – <math>h = 6.6 \cdot 10^{-34}</math> Дж*с. Заряд электрона – <math>e = 1.6 \cdot 10^{-19}</math> Кл.</p> <p>1) <b><math>3.2 \cdot 10^{15}</math> Гц</b><br/>2) <math>4.8 \cdot 10^{15}</math> Гц<br/>3) <math>4.8 \cdot 10^{14}</math> Гц</p> | ОПК-1.В.1 |

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |           |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
|    | 4) $4.8 \cdot 10^{13}$ Гц                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |           |
| 11 | <p>Каким образом зависит работа выхода электрона с поверхности катода из кадмия от частоты падающего света?</p> <p>1) Прямо пропорционально частоте<br/> 2) Пропорционально ускоряющему напряжению<br/> 3) Пропорционально квадрату частоты<br/> <b>4) Не зависит от частоты</b></p>                                                                                                                                                                                         | ОПК-1.3.1 |
| 12 | <p>Проанализируйте, будет ли наблюдаться фотоэффект, если пластинку из лантана облучать светом с длиной волны 600 нм? Работа выхода электрона из лантана равна 3.3 эВ.</p> <p>1) Фотоэффект возможен, если катод нагреть до температуры 347 К<br/> <b>2) Не будет</b><br/> 3) Фотоэффект возможен, если дополнительно приложить к пластинке ускоряющую разность потенциалов величиной не менее 1 В<br/> 4) Фотоэффект возможен с вероятностью <math>p \approx 0.5</math></p> | ОПК-1.У.1 |
| 13 | <p>Оцените, от каких величин зависит сила светового давления с квантовой точки зрения:</p> <p>А) Числа фотонов в световом пучке;<br/> Б) Энергии фотона;<br/> В) Коэффициента отражения поверхности.</p> <p>Ответ:<br/> 1) А, В<br/> <b>2) А, Б, В</b><br/> 3) Б, В<br/> 4) А, Б</p>                                                                                                                                                                                         | ОПК-1.У.1 |
| 14 | <p>Проанализируйте, в каких областях спектра электромагнитных волн возможно наблюдение эффекта Комптона.</p> <p>1) Видимый диапазон<br/> 2) Радиодиапазон<br/> 3) Терагерцовый диапазон<br/> <b>4) Рентгеновский диапазон и гамма-излучение</b></p>                                                                                                                                                                                                                          | ОПК-1.У.1 |
| 15 | <p>Сделайте вывод о величине минимального обратного напряжения, при котором полностью прекращается фототок. Условие: энергия фотонов равна 6.5 эВ, а фотокатод изготовлен из лития, работа выхода которого составляет 2.5 эВ.</p> <p>1) <b>4 В</b><br/> 2) 9 В<br/> 3) 6.5 В<br/> 4) 2.5 В</p>                                                                                                                                                                               | ОПК-1.В.1 |
| 16 | <p>Оцените, во сколько раз давление света, падающего перпендикулярно идеально зеркальной поверхности, больше давления света, падающего перпендикулярно идеально черной поверхности.</p> <p>1) <b>2</b></p>                                                                                                                                                                                                                                                                   | ОПК-1.В.1 |

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |           |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
|    | 2) 1<br>3) 1.5<br>4) 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |           |
| 17 | Каким образом импульс фотона связан с длиной волны?<br><br>1) Импульс прямо пропорционален длине волны<br>2) Импульс прямо пропорционален квадрату длины волны<br><b>3) Импульс обратно пропорционален длине волны</b><br>4) Импульс прямо пропорционален корню квадратному от длины волны                                                                                                                                                                                   | ОПК-1.3.1 |
| 18 | В какой области спектра электромагнитного излучения импульс фотона имеет минимальное значение?<br><br>1) Инфракрасное излучение<br>2) Терагерцовое излучение<br>3) Рентгеновское излучение<br><b>4) Радиоизлучение</b>                                                                                                                                                                                                                                                       | ОПК-1.3.1 |
| 19 | Проанализируйте, какое из приведенных высказываний противоречит квантовой теории света:<br><br>1) <b>Интенсивность света не зависит от плотности потока фотонов и их энергии</b><br>2) Свет может излучаться и распространяться только отдельными порциями – квантами<br>3) Каждому из квантовых состояний, в котором находится атомная система, соответствует определенный уровень энергии<br>4) Для частицы не могут быть одновременно точно измерены координаты и импульс | ОПК-1.У.1 |
| 20 | Укажите, в чем заключается смысл первого постулата Бора.<br><br><b>1) Утверждение о существовании стационарных состояний, в которых атом не излучает и не поглощает энергии</b><br>2) Разность энергий двух стационарных состояний равна энергии излучаемого или поглощаемого кванта света<br>3) В атоме электроны движутся по орбитам, близким к круговым<br>4) Атом состоит из положительно заряженного ядра и отрицательно заряженных электронов                          | ОПК-1.3.1 |
| 21 | Выберите, какое из приведенных ниже высказываний правильно описывает способность атомов к излучению и поглощению энергии: «Атомы могут ...»<br><br><b>1) Поглощать и излучать лишь некоторый дискретный набор значений энергии</b><br>2) Излучать и поглощать любую порцию энергии<br>3) Излучать либо дискретный набор значений энергии, либо любую порцию энергии<br>4) Излучать любую порцию энергии, а поглощать лишь некоторый дискретный набор значений энергии        | ОПК-1.3.1 |
| 22 | Укажите, к какому диапазону излучения относятся переходы из серии Бальмера в атоме водорода.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | ОПК-1.3.1 |



|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |           |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
|    | 1) Тепловое излучение<br>2) Рентгеновское излучение<br>3) Гамма излучение<br><b>4) Видимый свет</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |           |
| 23 | <p>Проанализируйте, как изменилась энергия атома водорода при излучении им фотона с длиной волны <math>\lambda = 4.86 \cdot 10^{-7}</math> м.</p> 1) Увеличилась на 4.86 эВ<br><b>2) Уменьшилась на 2.55 эВ</b><br>3) Уменьшилась на 4.86 эВ<br>4) Увеличилась на 9.72 эВ                                                                                                                                                                                             | ОПК-1.У.1 |
| 24 | <p>Оцените разность энергий основного и возбужденного состояния (в эВ). Дано: электрон в атоме перешел из возбужденного состояния в основное, и при данном переходе произошло излучение фотона с длиной волны 650 нм.</p> 1) 0,4 эВ<br><b>2) 1,9 эВ</b><br>3) 1,2 эВ<br>4) 2,2 эВ                                                                                                                                                                                     | ОПК-1.В.1 |
| 25 | <p>Укажите, в чём заключается гипотеза де Бройля:</p> 1) <b>Любые микрочастицы наряду с корпускулярными обладают волновыми свойствами</b><br>2) Атом не может содержать более двух электронов, находящихся в одинаковых стационарных состояниях, определяемых набором четырех квантовых чисел<br>3) Одновременно невозможно с высокой точностью задать координаты и импульс микрочастицы<br>4) Энергия испускается и поглощается не непрерывно, а отдельными квантами | ОПК-1.3.1 |
| 26 | <p>Выберите утверждение, наиболее правильно соответствующее гипотезе де Бройля:</p> <b>1) Микрочастицы могут проявлять волновые свойства</b><br>2) Электромагнитные волны имеют свойства частиц<br>3) У каждой частицы существует античастица<br>4) Ядро атома состоит из кварков                                                                                                                                                                                     | ОПК-1.3.1 |
| 27 | <p>Рассчитайте длину волны де Бройля для электрона, движущегося со скоростью 3.6 км/с. Масса электрона <math>m_e = 9,1 \cdot 10^{-31}</math> кг, заряд электрона <math>q_e = -1,6 \cdot 10^{-19}</math> Кл.</p> 1) 1.6 мкм<br>2) 2.6 м<br><b>3) 201 нм</b><br>4) 3.6 мкм                                                                                                                                                                                              | ОПК-1.У.1 |
| 28 | <p>Укажите количество значений, которые может принимать магнитное квантовое число <math>m</math> при данном значении орбитального квантового числа <math>l</math>?</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                | ОПК-1.3.1 |

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |           |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
|    | 1) $2l + 1$<br>2) $3l + 1$<br>3) $l - 1$ ;<br>4) $l$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |           |
| 29 | <p>Укажите, что определяет главное квантовое число <math>n</math>.</p> 1) <b>Энергетические уровни электрона в атоме</b><br>2) Величину момента импульса электрона в атоме<br>3) Проекцию орбитального момента импульса электрона на заданное направление<br>4) Величину момента импульса электрона в заданном направлении                                                                                                 | ОПК-1.3.1 |
| 30 | <p>Укажите, что определяет магнитное квантовое число <math>m</math>.</p> 1) Орбитальный механический момент электрона в атоме<br>2) Энергию стационарного состояния электрона в атоме<br>3) <b>Величину момента импульса электрона в заданном направлении</b><br>4) Энергетические уровни электрона в атоме                                                                                                                | ОПК-1.3.1 |
| 31 | <p>В честь кого назван эффект расщепления уровней энергии атома во внешнем электрическом поле?</p> 1) Эйнштейна и де Хааса<br>2) <b>Штарка</b><br>3) Эттингсгаузена<br>4) Ааронова-Бома                                                                                                                                                                                                                                    | ОПК-1.3.1 |
| 32 | <p>Как называют линии в спектре комбинационного рассеяния с частотами, меньшими частоты падающего света?</p> 1) Оранжевыми спутниками<br>2) Антистоксовыми спутниками<br>3) <b>Стоксовыми спутниками</b><br>4) Антагонистическими спутниками                                                                                                                                                                               | ОПК-1.3.1 |
| 33 | <p>Поясните физический смысл волновой функции.</p> 1) Волновая функция пропорциональна энергии частицы<br>2) <b>Произведение волновой функции на комплексно-сопряженное выражение равно плотности вероятности обнаружения частицы.</b><br>3) Волновая функция обратно пропорциональна длине волны де Бройля<br>4) Волновая функция представляет собой кинематический закон движения микрочастицы $x=x(t)$ в неявной форме. | ОПК-1.3.1 |
| 34 | <p>Выберите верную формулировку соотношения неопределенностей Гейзенберга:</p> 1) <b><math>\Delta E \cdot \Delta t \geq h</math></b><br>2) $\Delta z \cdot \Delta t \geq h$<br>3) $\Delta p \cdot \Delta m \geq h$<br>4) $\Delta y \cdot \Delta t \geq h$                                                                                                                                                                  | ОПК-1.3.1 |
| 35 | <p>Укажите, какие частицы являются фермионами.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | ОПК-1.3.1 |

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |           |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
|    | 1) Электрически заряженные частицы.<br>2) Электрически нейтральные частицы.<br><b>3) Все частицы с полуцелым спином.</b><br>4) Электрически заряженные частицы с целым спином.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |           |
| 36 | Как называется твердое тело, у которого валентная зона полностью заполнена, зона проводимости – полностью свободна, а ширина запрещенной зоны велика по сравнению с энергией теплового движения?<br><br>1) Проводник<br><b>2) Диэлектрик</b><br>3) Полупроводник<br>4) Примесный полупроводник                                                                                                                                                                                                         | ОПК-1.3.1 |
| 37 | Какую размерность имеет постоянная Планка в системе СИ?<br><br><b>1) Дж*с</b><br>2) Дж/с<br>3) Дж/м<br>4) Дж/эВ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | ОПК-1.3.1 |
| 38 | Какая внесистемная единица используется для измерения энергии микрочастиц?<br><br><b>1) эВ</b><br>2) Å<br>3) кКал<br>4) эрг                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | ОПК-1.3.1 |
| 39 | Оцените, какой смысл имеет соотношение неопределенностей Гейзенберга для энергии частицы и времени пребывания ее в состоянии с данной энергией?<br><br>1) Энергия прямо пропорциональна времени<br>2) Энергия обратно пропорциональна времени<br>3) Энергия и время могут быть измерены одновременно со сколь угодно высокой точностью<br><b>4) Чем больше неопределенность энергии, тем меньше неопределенность времени</b>                                                                           | ОПК-1.В.1 |
| 40 | В ходе измерения с достаточно высокой точностью была определена x-составляющая импульса электрона. Объясните, что из этого следует, руководствуясь соотношениями неопределенностей Гейзенберга.<br><br>1) Время жизни и энергия электрона имеют существенную неопределенность<br><b>2) Координата x электрона не может быть определена с высокой точностью</b><br>3) Все координаты электрона полностью неопределенные<br>4) y- и z-составляющие импульса электрона имеют строго определенное значение | ОПК-1.У.1 |

|                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |           |
|----------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 41                                     | <p>Как называется состояние электрона в атоме, соответствующее минимальному возможному значению его энергии?</p> <p>1) Возбужденное состояние<br/>2) Метастабильное состояние<br/><b>3) Основное состояние</b><br/>4) Валентное состояние</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                     | ОПК-1.3.1 |
| 42                                     | <p>В чем заключается туннельный эффект?</p> <p>1) В волновом характере движения микрочастицы в периодическом потенциале<br/>2) В корпускулярном поведении электромагнитного излучения при прохождении его через узкое отверстие<br/>3) В нахождении частицы сразу в нескольких точках пространства одновременно<br/><b>4) В прохождении микрочастицы через потенциальный барьер, когда энергия частицы меньше высоты этого барьера</b></p>                                                                                        | ОПК-1.3.1 |
| 43                                     | <p>Какие подвижные частицы или квазичастицы являются носителями заряда в полупроводниках?</p> <p>1) Электроны<br/>2) Протоны<br/><b>3) Электроны и дырки</b><br/>4) Ионы</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | ОПК-1.3.1 |
| 44                                     | <p>В результате радиоактивного распада заряд ядра увеличился на <math>+2e</math>. Проанализируйте ситуацию и определите, какого типа превращение произошло в указанном случае.</p> <p>1) Два <math>\beta</math>-распада<br/>2) <math>\alpha</math>-распад<br/>3) <math>\gamma</math>-распад<br/>4) К-захват</p>                                                                                                                                                                                                                   | ОПК-1.У.1 |
| Вопросы для проверки остаточных знаний |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |           |
| 45                                     | <p><i>Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа:</i><br/>Укажите, что из перечисленного <u>не</u> является строгим условием для когерентности световых волн.</p> <p>1) Одинаковость амплитуд<br/>2) Постоянство разности фаз<br/>3) Равенство длин волн<br/>4) Равенство частот</p> <p><b>Ответ: 1) Одинаковость амплитуд, поскольку для устойчивой интерференционной картины необходимы равенство длин волн (а, следовательно, и частот) и постоянство разности фаз.</b></p> | ОПК-1     |
| 46                                     | <p><i>Прочитайте текст, выберите правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа:</i><br/>Укажите, какие из перечисленных ниже наборов трех квантовых чисел в атоме являются допустимыми.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |           |

|                                  | <p>1) <math>n = 1, l = 0, m = 0</math><br/>2) <math>n = 0, l = 0, m = 0</math><br/>3) <math>n = 2, l = 0, m = 0</math><br/>4) <math>n = 2, l = 1, m = -1</math></p> <p><b>Ответ: 1, 3 и 4, поскольку главное квантовое число <math>n</math> не может иметь нулевое значение.</b></p>                                                                                                                                                                                                                                                    |          |      |                              |                        |                                  |               |                         |                |  |
|----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|------|------------------------------|------------------------|----------------------------------|---------------|-------------------------|----------------|--|
| 47                               | <p>Прочитайте текст и установите соответствие. К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите позицию из правого столбца:</p> <p>Установите соответствие между характером движения и действующей на тело силой.</p> <table><tr><th>Движение</th><th>Сила</th></tr><tr><td>1) Равномерное прямолинейное</td><td>А) Центростремительная</td></tr><tr><td>2) Равноускоренное прямолинейное</td><td>Б) Постоянная</td></tr><tr><td>3) Равномерное вращение</td><td>В) Равная нулю</td></tr></table> <p><b>Ответ: 1-В, 2-Б, 3-А</b></p> | Движение | Сила | 1) Равномерное прямолинейное | А) Центростремительная | 2) Равноускоренное прямолинейное | Б) Постоянная | 3) Равномерное вращение | В) Равная нулю |  |
| Движение                         | Сила                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |          |      |                              |                        |                                  |               |                         |                |  |
| 1) Равномерное прямолинейное     | А) Центростремительная                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |          |      |                              |                        |                                  |               |                         |                |  |
| 2) Равноускоренное прямолинейное | Б) Постоянная                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |          |      |                              |                        |                                  |               |                         |                |  |
| 3) Равномерное вращение          | В) Равная нулю                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |          |      |                              |                        |                                  |               |                         |                |  |
| 48                               | <p>Прочитайте текст и установите последовательность. Запишите соответствующую последовательность букв слева направо:</p> <p>Расположите перечисленные ниже тела в порядке <b>возрастания</b> их момента инерции. Массы и характерные размеры тел считать одинаковыми.</p> <p>А) Шар<br/>Б) Тонкое кольцо<br/>В) Цилиндр</p> <p><b>Ответ: АВБ</b></p>                                                                                                                                                                                    |          |      |                              |                        |                                  |               |                         |                |  |
| 49                               | <p>Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ:</p> <p>Объясните, как изменится сила тока через проводник, если при неизменной разности потенциалов на его концах и постоянной толщине проводника увеличить его длину.</p> <p><b>Ответ: При увеличении длины проводника возрастает его сопротивление, а с ростом сопротивления, в соответствии с законом Ома, уменьшается сила тока.</b></p>                                                                                                                             |          |      |                              |                        |                                  |               |                         |                |  |

*Примечание.* Система оценивания тестовых заданий различного типа:

1) **Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных и обоснованием выбора** считается верным, если правильно указана цифра и приведены конкретные аргументы, используемые при выборе ответа. Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом, неверный ответ или его отсутствие – 0 баллов.

2) **Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора** считается верным, если правильно указаны цифры и приведены конкретные аргументы, используемые при выборе ответов. Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом, если допущены ошибки или ответ отсутствует – 0 баллов.

3) **Задание закрытого типа на установление соответствия** считается верным, если установлены все соответствия (позиции из одного столбца верно сопоставлены с позициями другого столбца). Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом, неверный ответ или его отсутствие – 0 баллов

4) **Задание закрытого типа на установление последовательности** считается верным, если правильно указана вся последовательность цифр. Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом, если допущены ошибки или ответ отсутствует – 0 баллов.

5) **Задание открытого типа с развернутым ответом** считается верным, если ответ совпадает с эталонным по содержанию и полноте. Правильный ответ за задание оценивается в 3 балла, если допущена одна ошибка \ неточность \ ответ правильный, но не полный – 1 балл, если допущено более 1 ошибки \ ответ неправильный \ ответ отсутствует – 0 баллов

Перечень тем контрольных работ по дисциплине обучающихся заочной формы обучения, представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Перечень контрольных работ

| № п/п | Перечень контрольных работ                     |
|-------|------------------------------------------------|
| 1     | Законы теплового излучения                     |
| 2     | Внешний фотоэффект                             |
| 3     | Фотоны, их свойства                            |
| 4     | Эффект Комптона                                |
| 5     | Атом водорода. Постулаты Бора                  |
| 6     | Волновая функция                               |
| 7     | Частица в потенциальной яме                    |
| 8     | Квантовый осциллятор                           |
| 9     | Прохождение частицы через потенциальный барьер |
| 10    | Соотношение неопределенностей                  |

10.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания индикаторов, характеризующих этапы формирования компетенций, содержатся в локальных нормативных актах ГУАП, регламентирующих порядок и процедуру проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ГУАП.

## 11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

### 11.1. Методические указания для обучающихся по прохождению практических занятий

Практическое занятие является одной из основных форм организации учебного процесса, заключающаяся в выполнении обучающимися под руководством преподавателя комплекса учебных заданий с целью усвоения научно-теоретических основ учебной дисциплины, приобретения умений и навыков, опыта творческой деятельности.

Целью практического занятия для обучающегося является привитие обучающимся умений и навыков практической деятельности по изучаемой дисциплине.

Планируемые результаты при освоении обучающимся практических занятий:

- закрепление, углубление, расширение и детализация знаний при решении конкретных задач;
- развитие познавательных способностей, самостоятельности мышления, творческой активности;

- овладение новыми методами и методиками изучения конкретной учебной дисциплины;
- выработка способности логического осмысления полученных знаний для выполнения заданий;
- обеспечение рационального сочетания коллективной и индивидуальной форм обучения.

#### Требования к проведению практических занятий

Задание к выполнению практической работы выдается преподавателем в начале занятия в соответствии с планом занятий. Темы практических работ приведены в табл. 5 данной программы.

Практические занятия проводятся в виде обсуждения основных типов задач, связанных с теоретическими вопросами, рассматриваемыми в лекционном курсе и в виде разбора вопросов, которые могут возникнуть у студентов при освоении материала.

Методические указания по проведению практических занятий приведены в следующих пособиях, имеющихся в библиотеке ГУАП в напечатанном и электронном виде:

1. Механика. Колебания и волны. Термодинамика. Сборник задач // И.И. Коваленко, Е.Н. Котликов, Н.П. Лавровская, Ю.А. Новикова, В.К. Прилипко, Е.В. Рутьков, Ю.Н. Царев. СПбГУАП, 2018. 67 с.
2. Электричество. Магнетизм. Оптика. Сборник задач. // В.М. Андреев, И.И. Коваленко, Е.Н. Котликов, И.П. Кректунова, Н.П. Лавровская, Н.Н. Литвинова, Ю.А. Новикова, М.О. Первушина, В.К. Прилипко, Г.В. Терещенко, А.Н. Холодилов, Ю.Н. Царев, Б.Ф. Шифрин. СПбГУАП, 2019. 78 с.
3. Квантовая физика. Сборник задач // И.И. Коваленко, Е.Н. Котликов, Н.П. Лавровская, Н.Н. Литвинова, Г.Л. Плехоткина, В.К. Прилипко, Е.В. Рутьков, Ю.Н. Царев. СПбГУАП, 2015. 58 с.

#### Структура и форма отчета о практической работе

Отчет о практической работе должен содержать: титульный лист, основную часть, выводы по результатам исследований.

*На титульном листе* должны быть указаны: название дисциплины, название практической работы, фамилия и инициалы преподавателя, фамилия и инициалы студента, номер его учебной группы и дата защиты работы.

*Основная часть* должна содержать задание, результаты экспериментально-практической работы, расчетно-аналитические материалы, листинг кода/скрин экрана.

*Выводы* по проделанной работе должны содержать основные результаты по работе.

#### Требования к оформлению отчета о практической работе

Титульный лист отчета должен соответствовать шаблону, приведенному в секторе нормативной документации ГУАП <https://guap.ru/regdocs/docs/uch>

Оформление основной части отчета должно быть оформлено в соответствии с ГОСТ 7.32-2017. Требования приведены в секторе нормативной документации ГУАП <https://guap.ru/regdocs/docs/uch>

При формировании списка источников студентам необходимо руководствоваться требованиями стандарта ГОСТ 7.0.100-2018. Примеры оформления списка источников приведены в секторе нормативной документации ГУАП. <https://guap.ru/regdocs/docs/uch>

11.2. Методические указания для обучающихся по прохождению самостоятельной работы.

В ходе выполнения самостоятельной работы, обучающийся выполняет работу по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Для обучающихся по заочной форме обучения, самостоятельная работа может включать в себя контрольную работу.

В процессе выполнения самостоятельной работы, у обучающегося формируется целесообразное планирование рабочего времени, которое позволяет им развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, помогает получить навыки повышения профессионального уровня.

Методическими материалами, направляющими самостоятельную работу обучающихся являются:

- учебно-методический материал по дисциплине;
- методические указания по выполнению контрольных работ (для обучающихся по заочной форме обучения).

11.3. Методические указания для обучающихся по прохождению текущего контроля успеваемости.

Текущий контроль успеваемости предусматривает контроль качества знаний обучающихся, осуществляемого в течение семестра с целью оценивания хода освоения дисциплины.

Текущий контроль осуществляется по календарному учебному графику. Сроки контрольных мероприятий и сроки подведения итогов отображаются в рабочих учебных планах на семестр. Обучающийся должен выполнить все контрольные мероприятия, предусмотренные на данный семестр, после чего преподаватель проставляет балльные оценки, набранные студентами по результатам текущего контроля.

Основными формами текущего контроля знаний, обучающихся являются: устный опрос на лекционных или практических занятиях; защита лабораторных работ. Средствами текущего контроля знаний, обучающихся могут быть: беседы преподавателя и обучающегося; контрольные вопросы и задания. Контрольное мероприятие считается выполненным, если за него студент получил оценку в баллах не ниже минимальной оценки, установленной преподавателем по данному мероприятию.

Ликвидация задолженности, образовавшейся в случае пропуска обучающимся занятий без уважительной причины, отказа, обучающегося от ответов на занятиях, неудовлетворительного ответа, обучающегося на занятиях, неудовлетворительного выполнения контрольных, лабораторных и практических работ может осуществляться на индивидуальных консультациях.

Результаты текущего контроля успеваемости обучающихся служат основой для промежуточной аттестации: получения зачета по учебной дисциплине или допуска к дифференциальному зачету или экзамену по учебной дисциплине.

В течение семестра для допуска к дифференциальному зачету или экзамену студенту необходимо сдать не менее 75% лабораторных и практических работ, выполнить тестирование в системе дистанционного обучения ГУАП <https://lms.guap.ru> не ниже оценки «удовлетворительно». В случае невыполнения вышеизложенного студент, при успешном прохождении промежуточной аттестации, не может получить аттестационную оценку выше «удовлетворительно».

11.4. Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации.

Промежуточная аттестация обучающихся предусматривает оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине. Она включает в себя:



– зачет – это форма оценки знаний, полученных обучающимся в ходе изучения учебной дисциплины в целом или промежуточная (по окончании семестра) оценка знаний обучающимся по отдельным разделам дисциплины с аттестационной оценкой «зачтено» или «не зачтено».

Основными ориентирами при подготовке к промежуточной аттестации по дисциплине являются конспект лекций и перечень рекомендуемой литературы. При подготовке к сессии обучающемуся рекомендуется так организовать учебную работу, чтобы перед первым днем начала сессии были сданы и защищены все лабораторные работы. Основное в подготовке к сессии – это повторение всего материала курса, по которому необходимо пройти аттестацию. При подготовке к сессии следует весь объем работы распределять равномерно по дням, отведенным для подготовки, контролировать каждый день выполнения работы.

Система оценок при проведении текущего контроля и промежуточной аттестации осуществляется в соответствии с руководящим документом организации РДО ГУАП. СМК 3.76 «Положение о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов и аспирантов, обучающихся по образовательным программам высшего образования в ГУАП» <https://docs.guap.ru/smk/3.76.pdf>.

Лист внесения изменений в рабочую программу дисциплины

| Дата внесения изменений и дополнений.<br>Подпись внесшего изменения | Содержание изменений и дополнений | Дата и № протокола заседания кафедры | Подпись зав. кафедрой |
|---------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|-----------------------|
|                                                                     |                                   |                                      |                       |
|                                                                     |                                   |                                      |                       |
|                                                                     |                                   |                                      |                       |
|                                                                     |                                   |                                      |                       |
|                                                                     |                                   |                                      |                       |