

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Наумова Наталия Александровна  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 24.10.2024 14:21:41  
Уникальный программный ключ:  
6b5279da4e034bff679172803da5b7b5506cf0a2

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ  
Государственное образовательное учреждение высшего образования Московской области  
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ОБЛАСТНОЙ УНИВЕРСИТЕТ  
(МГОУ)

Физико-математический факультет

Кафедра теоретической физики

Согласовано управлением организации и  
контроля качества образовательной  
деятельности

«22» июня 2021 г.

Начальник управления

/ Г.Е. Суслин /

Одобрено учебно-методическим советом

Протокол «22» июня 2021 г. № 5

Председатель

/ О.А. Шестакова /



**Рабочая программа дисциплины**

**Избранные вопросы теоретической физики**

**Направление подготовки**

03.03.02 Физика

**Квалификация**

Бакалавр

**Форма обучения**

Очная

Согласовано учебно-методической комиссией  
физико-математического факультета:

Протокол от «17» июня 2021 г. № 12

Председатель УМКом

/Барабанова Н.Н./

Рекомендовано кафедрой теоретической  
физики

Протокол от «10» июня 2021 г. № 11

Зав. кафедрой

/Беляев В.В./

Мытищи  
2021

Автор-составитель:

Кузнецов М. М., доктор физико-математических наук, профессор,  
Камалов Т.Ф., кандидат физико-математических наук, доцент

Рабочая программа дисциплины «Избранные вопросы теоретической физики» составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению 03.03.02 Физика, утвержденного приказом МИНОБР-НАУКИ РОССИИ от 07.08.2020 г. № 891.

Дисциплина входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений и является элективной дисциплиной.

Год начала подготовки 2021

## СОДЕРЖАНИЕ

|                                                                                           |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. Планируемые результаты обучения                                                        | 4  |
| 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы                                 | 4  |
| 3. Объем и содержание дисциплины                                                          | 4  |
| 4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся                     | 6  |
| 5. Фонд оценочных средств для проведения текущей и промежуточной аттестации по дисциплине | 9  |
| 6. Учебно-методическое и ресурсное обеспечение дисциплины                                 | 17 |
| 7. Методические указания по освоению дисциплины                                           | 18 |
| 8. Информационные технологии для осуществления образовательного процесса по дисциплине    | 18 |
| 9. Материально-техническое обеспечение дисциплины                                         | 18 |

## 1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

### 1.1. Цель и задачи дисциплины

**Цель освоения дисциплины «Избранные вопросы теоретической физики»:** ознакомление студентов с концептуальными основами дисциплины «Избранные вопросы теоретической физики» как современной комплексной фундаментальной науки; формирование естественнонаучного мировоззрения на основе знания особенностей, основных принципов и закономерностей развития Вселенной; интеллектуальное развитие студентов через систему классических и современных естественнонаучных концепций.

#### **Задачи дисциплины:**

- ознакомить студентов с основными проблемами, закономерностями, историей и тенденциями развития теоретической физики, в которых раскрываются фундаментальные научные проблемы современной науки;
- сформировать понимание принципов преемственности, соответствия и непрерывности в изучении природы;
- дать представление о революциях в теоретической физике и смене научных мировоззрений как ключевых этапах развития естествознания;
- сформировать понимание сущности фундаментальных законов природы, определяющих облик современного естествознания, к которым сводится множество законов теоретической физики;
- сформировать знания, необходимые для изучения смежных дисциплин; расширить кругозор, сформировать научное мышление и научное мировоззрение, основанное на синтезе естественнонаучных и гуманитарных концепций.

### 1.2. Планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины «Избранные вопросы теоретической физики» у обучающихся формируются следующие компетенции:

ДПК-2 – «Способен освоить современные концепции, теории, законы и методы в области физики, математики и информатики, овладеть основными методами решения задач, сформулированными в рамках данных предметных областей, и применить их в профессиональной деятельности».

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Избранные вопросы теоретической физики» входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений и является элективной дисциплиной.

Для освоения дисциплины «Избранные вопросы теоретической физики» используются знания, умения и виды деятельности, сформированные в процессе изучения следующих дисциплин: «Введение в общую физику», «Механика», «Молекулярная физика», «Электричество и магнетизм», «Оптика», «Атомная физика», «Математический анализ», «Линейная алгебра» и «Аналитическая геометрия».

Компетенции, знания, навыки и умения, полученные в ходе изучения дисциплины, должны всесторонне использоваться и развиваться студентами в процессе последующей профессиональной деятельности.

Знания и навыки, полученные при изучении дисциплины, дадут возможность студентам осваивать такие дисциплины учебного плана, как «Физика конденсированного состояния», «Статистическая физика», «Физическая кинетика», «Физическая электроника» и «Астрофизика».

Изучение дисциплины «Избранные вопросы теоретической физики» является базой для дальнейшего обучения в бакалавриате, при прохождении практики и в профессиональной деятельности.

## 3. ОБЪЁМ И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 3.1. Объём дисциплины

| Показатель объёма дисциплины                 | Форма обучения |
|----------------------------------------------|----------------|
|                                              | Очная          |
| Объём дисциплины в зачётных единицах         | 4              |
| Объём дисциплины в часах                     | 144            |
| Контактная работа:                           | 90,5           |
| Лекции                                       | 30             |
| Лабораторные занятия                         | 60             |
| Контактные часы на промежуточную аттестацию: | 0,5            |
| Курсовая работа                              | 0,3            |
| Зачёт с оценкой                              | 0,2            |
| Самостоятельная работа                       | 28             |
| Контроль                                     | 25,5           |

Формой промежуточной аттестации являются: зачёт и курсовая работа в 6 семестре.

### 3.2. Содержание дисциплины

| Наименование разделов (тем)<br>с кратким содержанием                                                                                                                                                                                                      | Количество часов |                      |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|----------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                           | Лекции           | Лабораторные занятия |
| <b>Тема 1. Основные нерешённые проблемы физики</b><br>Список «особенно важных и интересных проблем». Связь физики с другими науками и техникой. Макрофизика. Астрофизика                                                                                  | 2                | 4                    |
| <b>Тема 2. Физические постоянные</b><br>Фундаментальные физические константы. Анализ размерностей. Длина, масса и энергия Планка: сравнение законов релятивистской, квантовой теорий и теории гравитации                                                  | 2                | 4                    |
| <b>Тема 3. Космология и происхождение Вселенной</b><br>Теория Большого Взрыва. Модель расширяющейся Вселенной. Закон Хаббла. Реликтовое излучение                                                                                                         | 2                | 4                    |
| <b>Тема 4. Белые карлики, нейтронные звёзды, чёрные дыры</b><br>Белые карлики. Предел Чандрасекара. Нейтронные звезды и пульсары. Сверхновые звезды. Квазары. Чёрные дыры. Гравитационный радиус. Температура Хокинга                                     | 2                | 4                    |
| <b>Тема 5. Последние достижения в астрофизике</b><br>О единой теории Вселенной. Тёмная материя. Тёмная энергия. Барьонная асимметрия Вселенной. Суперсимметрия. Оценка времени жизни протона                                                              | 2                | 4                    |
| <b>Тема 6. Теории струн и суперструн</b><br>Основные понятия теорий струн и суперструн, М-теории. Квантовая механика и действия теорий струн и суперструн                                                                                                 | 2                | 4                    |
| <b>Тема 7. Проблемы квантовой физики</b><br>Новые направления в развитии квантовой физики. Основные этапы развития квантовой физики. Квантовая когерентность. Декогеренция и квантовый хаос. Парадокс Эйнштейна – Подольского – Розена. Неравенства Белла | 2                | 4                    |

|                                                                                                                                                                                                                              |           |           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-----------|
| <b>Тема 8. Квантовая информатика и квантовые компьютеры</b><br>Квантовая информация. Квантовая криптография. Квантовые компьютеры. Вероятность ориентаций спина электрона в магнитном поле                                   | 2         | 4         |
| <b>Тема 9. Химические источники энергии</b><br>Новые источники энергии. Топливные элементы. Энергия межмолекулярного взаимодействия, её приложения                                                                           | 2         | 4         |
| <b>Тема 10. Управляемый термоядерный синтез</b><br>Проблемы управляемого термоядерного синтеза. Вероятность слияния ядер лёгких элементов. Установки ITER и Токамак. Холодный термоядерный синтез                            | 2         | 4         |
| <b>Тема 11. Элементарная теория сверхпроводимости</b><br>Сверхпроводимость и её применение. Классическая теория сверхпроводимости Лондонов. Эффект Мейсснера                                                                 | 2         | 4         |
| <b>Тема 12. Квантовое описание сверхпроводимости</b><br>Электрон-фононное взаимодействие и эффект Купера. Феноменологическая теория Гинзбурга – Ландау. Сверхпроводники 1-го и 2-го рода. Правило Сильсби и вихри Абрикосова | 4         | 6         |
| <b>Тема 13. Избранные вопросы сверхпроводимости</b><br>Высокотемпературная и комнатотемпературная сверхпроводимость. Модель Хаббарда. Электрон-экситонное взаимодействие. Эффект Джозефсона. Квантовый эффект Холла          | 2         | 4         |
| <b>Тема 14. Нанопизика</b><br>Материалы с заданными свойствами. Наноматериалы. Графен. Нанотрубки. Применение наноматериалов. Оценки физических параметров и характеристик наноматериалов                                    | 2         | 6         |
| <b>Итого</b>                                                                                                                                                                                                                 | <b>30</b> | <b>60</b> |

#### 4. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

|    | Темы для самостоятельного изучения  | Изучаемые вопросы                                                                                                                   | Кол-во часов | Формы самостоятельной работы                                                                                | Методические обеспечения                                                  | Формы отчетности                           |
|----|-------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| 1. | Основные нерешённые проблемы физики | Список «особенно важных и интересных проблем». Связь физики с другими науками и техникой. Макрофизика. Астрофизика                  | 2            | Работа с литературой, сетью Интернет, консультации, практические задания, подготовка докладов и презентаций | Учебно-методическое и ресурсное обеспечение дисциплины (п. 6.1, 6.2, 6.3) | Конспект, курсовая работа, решённые задачи |
| 2. | Физические постоянные               | Фундаментальные физические константы. Анализ размерностей. Длина, масса и энергия Планка: сравнение законов релятивистской, кванто- | 2            | Работа с литературой, сетью Интернет, консультации, практические задания, подготовка докла-                 | Учебно-методическое и ресурсное обеспечение дисциплины (п. 6.1, 6.2, 6.3) | Конспект, курсовая работа, решённые задачи |

|    |                                               |                                                                                                                                                                                          |   |                                                                                                             |                                                                           |                                            |
|----|-----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|
|    |                                               | вой теорий и теории гравитации                                                                                                                                                           |   | дов и презентаций                                                                                           |                                                                           |                                            |
| 3. | Космология и происхождение Вселенной          | Теория Большого Взрыва. Модель расширяющейся Вселенной. Закон Хаббла. Реликтовое излучение                                                                                               | 2 | Работа с литературой, сетью Интернет, консультации, практические задания, подготовка докладов и презентаций | Учебно-методическое и ресурсное обеспечение дисциплины (п. 6.1, 6.2, 6.3) | Конспект, курсовая работа, решённые задачи |
| 4. | Белые карлики, нейтронные звёзды, чёрные дыры | Белые карлики. Предел Чандрасекара. Нейтронные звезды и пульсары. Сверхновые звезды. Квазары. Чёрные дыры. Гравитационный радиус. Температура Хокинга                                    | 2 | Работа с литературой, сетью Интернет, консультации, практические задания, подготовка докладов и презентаций | Учебно-методическое и ресурсное обеспечение дисциплины (п. 6.1, 6.2, 6.3) | Конспект, курсовая работа, решённые задачи |
| 5. | Последние достижения в астрофизике            | О единой теории Вселенной. Тёмная материя. Тёмная энергия. Барионная асимметрия Вселенной. Суперсимметрия. Оценка времени жизни протона                                                  | 2 | Работа с литературой, сетью Интернет, консультации, практические задания, подготовка докладов и презентаций | Учебно-методическое и ресурсное обеспечение дисциплины (п. 6.1, 6.2, 6.3) | Конспект, курсовая работа, решённые задачи |
| 6. | Теории струн и суперструн                     | Основные понятия теорий струн и суперструн, М-теории. Квантовая механика и действия теорий струн и суперструн                                                                            | 2 | Работа с литературой, сетью Интернет, консультации, практические задания, подготовка докладов и презентаций | Учебно-методическое и ресурсное обеспечение дисциплины (п. 6.1, 6.2, 6.3) | Конспект, курсовая работа, решённые задачи |
| 7. | Проблемы квантовой физики                     | Новые направления в развитии квантовой физики. Основные этапы развития квантовой физики. Квантовая когерентность. Деккогеренция и квантовый хаос. Парадокс Эйнштейна – Подольского – Ро- | 2 | Работа с литературой, сетью Интернет, консультации, практические задания, подготовка докладов и презентаций | Учебно-методическое и ресурсное обеспечение дисциплины (п. 6.1, 6.2, 6.3) | Конспект, курсовая работа, решённые задачи |

|     |                                              |                                                                                                                                                                      |   |                                                                                                             |                                                                           |                                            |
|-----|----------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|
|     |                                              | зена. Неравенства Белла                                                                                                                                              |   |                                                                                                             |                                                                           |                                            |
| 8.  | Квантовая информатика и квантовые компьютеры | Квантовая информация. Квантовая криптография. Квантовые компьютеры. Вероятность ориентаций спина электрона в магнитном поле                                          | 2 | Работа с литературой, сетью Интернет, консультации, практические задания, подготовка докладов и презентаций | Учебно-методическое и ресурсное обеспечение дисциплины (п. 6.1, 6.2, 6.3) | Конспект, курсовая работа, решённые задачи |
| 9.  | Химические источники энергии                 | Новые источники энергии. Топливные элементы. Энергия межмолекулярного взаимодействия, её приложения                                                                  | 2 | Работа с литературой, сетью Интернет, консультации, практические задания, подготовка докладов и презентаций | Учебно-методическое и ресурсное обеспечение дисциплины (п. 6.1, 6.2, 6.3) | Конспект, курсовая работа, решённые задачи |
| 10. | Управляемый термоядерный синтез              | Проблемы управляемого термоядерного синтеза. Вероятность слияния ядер лёгких элементов. Установки ITER и Токмак. Холодный термоядерный синтез                        | 2 | Работа с литературой, сетью Интернет, консультации, практические задания, подготовка докладов и презентаций | Учебно-методическое и ресурсное обеспечение дисциплины (п. 6.1, 6.2, 6.3) | Конспект, курсовая работа, решённые задачи |
| 11. | Элементарная теория сверхпроводимости        | Сверхпроводимость и её применение. Классическая теория сверхпроводимости Лондонов. Эффект Мейсснера                                                                  | 2 | Работа с литературой, сетью Интернет, консультации, практические задания, подготовка докладов и презентаций | Учебно-методическое и ресурсное обеспечение дисциплины (п. 6.1, 6.2, 6.3) | Конспект, курсовая работа, решённые задачи |
| 12. | Квантовое описание сверхпроводимости         | Электрон-фононное взаимодействие и эффект Купера. Феноменологическая теория Гинзбурга – Ландау. Сверхпроводники 1-го и 2-го рода. Правило Сильсби и вихри Абрикосова | 2 | Работа с литературой, сетью Интернет, консультации, практические задания, подготовка докладов и презентаций | Учебно-методическое и ресурсное обеспечение дисциплины (п. 6.1, 6.2, 6.3) | Конспект, курсовая работа, решённые задачи |



|     |                                     |                                                                                                                                                                |    |                                                                                                             |                                                                           |                                            |
|-----|-------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| 13. | Избранные вопросы сверхпроводимости | Высокотемпературная и комнатно-температурная сверхпроводимость. Модель Хаббарда. Электрон-экситонное взаимодействие. Эффект Джозефсона. Квантовый эффект Холла | 2  | Работа с литературой, сетью Интернет, консультации, практические задания, подготовка докладов и презентаций | Учебно-методическое и ресурсное обеспечение дисциплины (п. 6.1, 6.2, 6.3) | Конспект, курсовая работа, решённые задачи |
| 14. | Нанотехнологии                      | Материалы с заданными свойствами. Наноматериалы. Графен. Нанотрубки. Применение наноматериалов. Оценки физических параметров и характеристик наноматериалов    | 2  | Работа с литературой, сетью Интернет, консультации, практические задания, подготовка докладов и презентаций | Учебно-методическое и ресурсное обеспечение дисциплины (п. 6.1, 6.2, 6.3) | Конспект, курсовая работа, решённые задачи |
|     | Итого                               |                                                                                                                                                                | 28 |                                                                                                             |                                                                           |                                            |

## 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

### 5.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Изучение дисциплины «Избранные вопросы теоретической физики» позволяет сформировать у бакалавров следующие компетенции, необходимые для педагогической, культурно-просветительской и научно-исследовательской деятельности:

| Код и наименование компетенции                                                                                                                                                                                                                                         | Этапы формирования                                         |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| ДПК-2 – «Способен освоить современные концепции, теории, законы и методы в области физики, математики и информатики, овладеть основными методами решения задач, сформулированными в рамках данных предметных областей, и применить их в профессиональной деятельности» | 1. Работа на учебных занятиях<br>2. Самостоятельная работа |

### 5.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

| Оцениваемые компетенции | Уровень сформированности | Этапы формирования            | Описание показателей                                   | Критерии оценивания | Шкала оценивания |
|-------------------------|--------------------------|-------------------------------|--------------------------------------------------------|---------------------|------------------|
| ДПК-1                   | Пороговый                | 1. Работа на учебных занятиях | знать основные модели задач в рамках дисциплины с уче- | Посещение, до-      | 41-60            |

|  |             |                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                |        |
|--|-------------|------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
|  |             | 2. Самостоятельная работа                                  | том их границ применимости;<br>уметь производить целенаправленный поиск образовательных и научных источников по тематике курсовых работ и выпускной квалификационной работы                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | клад, решение задач, лабораторные работы, домашнее задание, курсовая работа зачет              |        |
|  | Продвинутый | 1. Работа на учебных занятиях<br>2. Самостоятельная работа | знать основные модели задач в рамках дисциплины с учетом их границ применимости;<br>уметь производить целенаправленный поиск образовательных и научных источников по тематике курсовых работ и выпускной квалификационной работы;<br>владеть навыками самостоятельной работы с учебной литературой по фундаментальным разделам общей и теоретической физики;<br>основной терминологией и понятийным аппаратом базовых физических дисциплин;<br>навыками решения базовых физических задач. | Посещение, доклад, решение задач, лабораторные работы, домашнее задание, курсовая работа зачет | 61-100 |

### 5.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

#### Примеры домашних заданий

1. Будем считать, что сверхмассивные черные дыры в центрах активных галактик существуют в режиме стационарной аккреции, когда сила притяжения, действующая на плазму около чёрной дыры, уравнивается давлением излучения этой самой плазмы (эддингтоновский режим). Для чёрной дыры массы найти соответствующую светимость (эддингтоновскую светимость), считая, что световое давление обусловлено томсоновским нерелятивистским рассеянием фотонов на электронах. В предположении о равномерном распределении плотности энергии между магнитным полем и излучением оценить магнитное поле вблизи чёрной дыры.

2. В модели двухстадийного взрыва сверхновой II типа оценить промежуток времени между двумя нейтринными сигналами. Сравнить с наблюдениями SN1987A. Указание: воспользоваться формулой для потерь энергии на гравитационное излучение, изучив её качественный вывод в Приложении А.4 к книге Постнова и Засова.

3. Ограничить сверху сечение нейтрино-нейтринного взаимодействия при соответствующих энергиях на основе того факта, что нейтрино от SN1987A не рассеялись на реликтовых нейтрино. Сравнить с сечением Стандартной модели.

4. Ограничить сверху заряд нейтрино из продолжительности второго нейтринного сигнала от SN1987A, считая справедливой каноническую модель коллапса в части времени излучения основного нейтринного сигнала. Сравнить с другими ограничениями.

5. В сверхтекучем гелии минимум отношения  $\varepsilon(p)/p$  достигается вблизи ротонного минимума, который описывается следующими параметрами:  $\Delta/k_B = 8.6$  К,  $p_0/\hbar = 1.9 \cdot 10^8$  см<sup>-1</sup>. Пользуясь критерием Ландау, найти критическую скорость  $v_{кр}$ , ниже которой гелий должен течь без трения.

6. Для сверхтекучего гелия в цилиндрической полости  $a < r < b$  возможны вихревые состояния с целым числом  $n$  квантов циркуляции. Найти энергию одноквантового ( $n = 1$ ) вихревого состояния (в расчёте на единицу длины цилиндра). Считать заданной массу атомов гелия  $m$  и их концентрацию  $\rho_0$ .

## Примеры вариантов теста

### Вариант 1

1. В законе Стефана – Больцмана  $R_0 = \sigma T^4$  постоянная  $\sigma$  пропорциональна степеням постоянных Планка  $\hbar$ , скорости света  $c$  и постоянной Больцмана  $k_B$ . Постоянная  $\sigma$  с точностью до численного множителя равна:

а)  $\hbar^4 c^{-5} k_B^{-2}$ ;

б)  $\hbar c^2 k_B^{-3}$ ;

в)  $\hbar^{-3} c^{-2} k_B^4$ ;

2. Самыми старыми образованиями в Галактике являются:

а) нейтронные звёзды;

б) голубые сверхгиганты;

в) белые карлики;

г) рассеянные звёздные скопления;

д) шаровые звёздные скопления.

3. Закон Хаббла в стандартных обозначениях выглядит так:

а)  $v = Hr$ ;

б)  $v = \omega r$ ;

в)  $H = vT$ .

4. Наибольшая масса белого карлика примерно равна ( $M_C$  – масса Солнца,  $M_3$  – масса Земли):

а)  $10 M_C$ ;

б)  $1.4 M_3$ ;

в)  $1.4 M_C$ .

5. Вихри Абрикосова имеют место:

а) в электродвигателях при обычных температурах;

б) в сверхпроводниках 2-го рода;

в) в сверхпроводниках 1-го рода.

### Вариант 2

1. Температура реликтового излучения в настоящее время примерно равна:

а) 6000 К;

б) 2.7 К;

в) 77 К.

2. Линзовидные галактики обозначаются по классификации галактик по Хабблу:

а) E0

б) Sa

в) Ir

г) S0

д) SBa

3. Космическими лучами называют:

- a) 90 %  $\alpha$ -частиц, 7 % протонов, более 2 % – ядра тяжёлых элементов;
  - b) 90 %  $\alpha$ -частиц, 7 % протонов, 1 % электронов и более 1 % – ядра тяжёлых элементов;
  - c) 90 % электронов, 7 %  $\alpha$ -частиц, 1 % протонов и более 1 % – ядра тяжёлых элементов;
  - d) 90 % протонов, 7 %  $\alpha$ -частиц, 1 % электронов и более 1 % – ядра тяжёлых элементов;
4. Галактика удаляется от нас со скоростью 6000 км/с. Если она имеет видимый угловой размер  $2'$ , то её линейные размеры составляют:
- a) 47 кпк;
  - b) 8 кпк;
  - c) 32 кпк;
  - d) 28 кпк;
  - e) 37 кпк.
5. Сверхпроводящий проводник
- a) притягивает магнитное поле;
  - b) выталкивает магнитное поле;
  - c) никак не реагирует на магнитное поле.

### Примерные темы курсовых работ

1. Мультивселенная и проблема Большого Взрыва.
2. Дополнительные измерения и проблема их наблюдения.
3. Принцип космической цензуры и гипотеза защиты хронологии.
4. Ось времени и причинность.
5. Близкодействие и локальность.
6. Магнитные монополи, инстантоны и бозон Хиггса.
7. СРТ-инвариантность и возможные причины её нарушения.
8. «Острова стабильности» сверхтяжёлых ядер.
9. Поколения фундаментальных фермионов и теория суперструн.
10. Суперпартнёры и теория суперструн.
11. Мультиэлектронная модель сверхпроводимости.
12. Происхождение пространства-времени и проблема постоянства фундаментальных констант.
13. Проблема неустойчивости физического вакуума.
14. Проблемы формы и горизонта Вселенной.
15. Большой Взрыв и анизотропия реликтового излучения.
16. Проблема шаровой молнии.
17. Космические лучи сверхвысоких энергий.
18. Нанобиология и наномедицина.
19. Органическая наноэлектроника.

### Примерные вопросы к зачёту

1. Особенно важные и интересные проблемы физики.
2. Фундаментальные физические константы. Анализ размерностей.
3. Основные понятия теории Большого Взрыва. Модель расширяющейся Вселенной. Закон Хаббла.
4. Реликтовое излучение.
5. Белые карлики. Нейтронные звезды и пульсары.
6. Сверхновые звезды. Квазары. Чёрные дыры.
7. Тёмная материя. Тёмная энергия. Суперсимметрия.
8. Барионная асимметрия Вселенной. Метод оценки времени жизни протона.
9. Основные понятия теорий струн и суперструн.
10. Квантовая когерентность.
11. Парадокс Эйнштейна – Подольского – Розена.
12. Квантовая информация. Квантовая криптография.
13. Топливные элементы.

14. Проблемы управляемого термоядерного синтеза.
15. Сверхпроводимость. Эффект Мейсснера.
16. Классическая теория сверхпроводимости Лондонов.
17. Феноменологическая теория сверхпроводимости Гинзбурга – Ландау.
18. Сверхпроводники 1-го и 2-го рода.
19. Проблемы высокотемпературной и комнатнотемпературной сверхпроводимости.
20. Наноматериалы. Графен.

#### **5.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

Оценивание степени освоения обучающимися дисциплины осуществляется на основе «Положение о балльно-рейтинговой системе оценки успеваемости студентов МГОУ».

Сопоставимость рейтинговых показателей студента по разным дисциплинам и балльно-рейтинговой системы оценки успеваемости студентов обеспечивается принятием единого механизма оценки знаний студентов, выраженного в баллах, согласно которому 100 баллов – это полное усвоение знаний по учебной дисциплине, соответствующее требованиям учебной программы.

Максимальный результат, который может быть достигнут студентом по каждому из Блоков рейтинговой оценки – 100 баллов.

Ответ обучающегося на зачёте оценивается в баллах с учетом шкалы соответствия рейтинговых оценок

**Шкала оценивания зачета**

| <b>Оценка</b> | <b>Балл</b> |
|---------------|-------------|
| Зачтено       | 41-100      |
| Не зачтено    | 0-40        |

В зачетно-экзаменационную ведомость и зачетную книжку выставляются оценки по пяти-балльной шкале и рейтинговые оценки в баллах.

При получении студентом на зачёте неудовлетворительной оценки в ведомость выставляется рейтинговая оценка в баллах (меньше 40 баллов), соответствующая фактическим знаниям (ответу) студента.

Критерии оценки знаний студентов в рамках каждой учебной дисциплины или групп дисциплин вырабатываются преподавателями согласованно на кафедрах университета исходя из требований образовательных стандартов.

Процедура оценивания знаний и умений состоит из следующих составных элементов:

- 1) учет посещаемости лекционных, практических и лабораторных занятий осуществляется по ведомости, представленной ниже в форме таблицы;
- 2) текущий контроль: выполнение домашней работы, контроль решения задач.

#### **Московский государственный областной университет Ведомость учета посещения Физико-математический факультет**

Направление: 03.03.02 Физика

Дисциплина: Избранные вопросы теоретической физики

Группа № \_\_\_\_\_

Преподаватель: \_\_\_\_\_

| №<br>п/п | Фамилия И.О.<br>студента | Посещение занятий |   |   |   |  |  |       |    | Итого<br>% |
|----------|--------------------------|-------------------|---|---|---|--|--|-------|----|------------|
|          |                          | 1                 | 2 | 3 | 4 |  |  | ..... | 18 |            |
| 1.       |                          | +                 | - | + | - |  |  |       | +  | 61         |
| 2.       |                          | -                 | + | + | + |  |  |       | +  | 66         |
|          |                          |                   |   |   |   |  |  |       |    |            |

**Московский государственный областной университет**  
**Ведомость учета посещения**  
**Физико-математический факультет**

Направление: 03.03.02 Физика

Дисциплина: Избранные вопросы теоретической физики

Группа № \_\_\_\_\_

Преподаватель: \_\_\_\_\_

| №<br>п/<br>п | Фами-<br>лия<br>И.О. | Сумма баллов, набранных в семестре                 |                                                                       |                                                                         |                                         |                                           | Под-<br>пись<br>препо-<br>дав. | Сумма<br>баллов<br>на зач.<br>до 50<br>баллов | Об-<br>щая<br>сум-<br>ма<br>бал-<br>лов<br>до<br>100<br>бал-<br>лов | Итоговая<br>оценка |              | Под-<br>пись<br>препо-<br>дава-<br>теля |
|--------------|----------------------|----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|--------------------|--------------|-----------------------------------------|
|              |                      | Посе-<br>ще-<br>ние<br><br>до<br>10<br>бал-<br>лов | Выпол-<br>нение<br>лабо-<br>ратор-<br>ных<br>работ<br>до 10<br>баллов | Вы-<br>пол-<br>не-<br>ние<br>до-<br>кла-<br>дов<br>до 10<br>бал-<br>лов | Презен-<br>тации<br><br>до 10<br>баллов | Практиче-<br>ские задания<br>до 10 баллов |                                |                                               |                                                                     | Ци-<br>фра         | Про-<br>пись |                                         |
| 1.           |                      |                                                    |                                                                       |                                                                         |                                         |                                           |                                |                                               |                                                                     |                    |              |                                         |
| 2.           |                      |                                                    |                                                                       |                                                                         |                                         |                                           |                                |                                               |                                                                     |                    |              |                                         |

**Шкала и критерии оценивания посещаемости**

| Уровни оценивания           | Критерии оценивания                           | Баллы |
|-----------------------------|-----------------------------------------------|-------|
| <i>Высокий (отлично)</i>    | Если студент посетил 81-100% от всех занятий. | 8-10  |
| <i>Оптимальный (хорошо)</i> | Если студент посетил 61-80% от всех занятий.  | 5-7   |
| <i>Удовлетворительный</i>   | Если студент посетил 41-60% от всех занятий   | 2-4   |
| <i>Неудовлетворительный</i> | Если студент посетил 0-40% от всех занятий    | 0-1   |

**Шкала и критерии оценивания написания доклада**

| Уровни оценивания           | Критерии оценивания                                     | Баллы |
|-----------------------------|---------------------------------------------------------|-------|
| <i>Высокий (отлично)</i>    | Если студент отобразил в докладе 71-90% выбранной темы. | 8-10  |
| <i>Оптимальный (хорошо)</i> | Если студент отобразил в докладе 51-70% выбранной темы  | 5-7   |
| <i>Удовлетворительный</i>   | Если студент отобразил в докладе 31-50% выбранной темы  | 2-4   |
| <i>Неудовлетворительный</i> | Если студент отобразил в докладе 0-30% выбранной темы   | 0-1   |

**Шкала и критерии оценивания решения задач**

| Уровни оценивания           | Критерии оценивания                     | Баллы |
|-----------------------------|-----------------------------------------|-------|
| <i>Высокий (отлично)</i>    | Если студент решил 71-90% от всех задач | 8-10  |
| <i>Оптимальный (хорошо)</i> | Если студент решил 51-70% от всех задач | 5-7   |

|                             |                                         |     |
|-----------------------------|-----------------------------------------|-----|
| <i>Удовлетворительный</i>   | Если студент решил 31-50% от всех задач | 2-4 |
| <i>Неудовлетворительный</i> | Если студент решил 0-30% от всех задач  | 0-1 |

### Шкала и критерии оценивания презентации

| <b>Уровни оценивания</b>    | <b>Критерии оценивания</b>                                  | <b>Баллы</b> |
|-----------------------------|-------------------------------------------------------------|--------------|
| <i>Высокий (отлично)</i>    | Если студент отобразил в презентации 71-90% выбранной темы. | 8-10         |
| <i>Оптимальный (хорошо)</i> | Если студент отобразил в презентации 51-70% выбранной темы  | 5-7          |
| <i>Удовлетворительный</i>   | Если студент отобразил в презентации 31-50% выбранной темы  | 2-4          |
| <i>Неудовлетворительный</i> | Если студент отобразил в презентации 0-30% выбранной темы   | 0-1          |

### Требования к курсовой работе

Студент выполняет одну курсовую работу по дисциплине «Избранные вопросы теоретической физики». Тему курсовой работы студент выбирает самостоятельно. При выполнении курсовой работы студент использует все возможные ресурсы: учебную, научную, справочную литературу, сеть «Интернет» и др.

Курсовая работа оформляется в виде публикации в электронном виде, распечатывается на бумаге формата А4, и перед защитой проходит тест в системе «Антиплагиат». Минимальный процент оригинальности для допуска к защите курсовой работы составляет 50%. Этот процент даёт гарантию, что студент минимально разобрался с поставленной темой.

Защита курсовой работы осуществляется в виде краткой презентации темы работы: цели, основных положений, результатов исследований, выводов и списка используемых источников. Презентация выполняется в формате PowerPoint или PDF. На защите студент должен ответить на несколько вопросов на понимание темы работы.

### Шкала и критерии оценивания курсовых работ

| <b>Уровни оценивания</b>    | <b>Критерии оценивания</b>                                                                                        | <b>Баллы</b> |
|-----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| <i>Высокий</i>              | Студент показывает хорошее знание темы работы, а ответы не содержат негрубых ошибок, недостатков и недочётов      | 81–100       |
| <i>Оптимальный</i>          | Студент показывает понимание темы работы, а в ответах может быть до трёх негрубых ошибок, недостатков и недочётов | 61–80        |
| <i>Удовлетворительный</i>   | Студент в целом показывает понимание темы работы, но в ответах имеется много ошибок, недостатков и недочётов      | 41–60        |
| <i>Низкий</i>               | Студент в целом показывает незнание темы работы, однако высказывает отдельные правильные ответы или соображения   | 21–40        |
| <i>Неудовлетворительный</i> | Студент показывает полное незнание темы выполненной работы                                                        | 0–20         |

### Требования к зачёту

Для допуска к зачёту нужно выполнить все домашние задания, пройти все опросы, тестирование, и защитить одну курсовую работу по выбору студента. На зачёте студент должен ответить на два теоретических вопроса.

Итоговая оценка «зачёт» или «незачёт» складывается из оценок за посещение занятий, за опросы, за домашние задания, за тестирования, а также за зачёт с оценкой не менее «удовлетворительно». максимальный итоговый балл – 100 баллов.

### Структура оценивания ответа на зачете

| Уровни оценивания           | Критерии оценивания                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Баллы |
|-----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| <i>Высокий</i>              | Свободное владение основными терминами и понятиями курса; последовательное и логичное изложение материала курса; законченные выводы и обобщения по теме вопросов; исчерпывающие ответы на вопросы при сдаче зачета. Полностью выполнены и защищены лабораторные работы.                                                    | 37–50 |
| <i>Оптимальный</i>          | Знание основных терминов и понятий курса; последовательное изложение материала курса; умение формулировать некоторые обобщения по теме вопросов; достаточно полные ответы на вопросы при сдаче зачета. Полностью выполнены и защищены лабораторные работы.                                                                 | 23–36 |
| <i>Удовлетворительный</i>   | Удовлетворительное знание основных терминов и понятий курса; удовлетворительное знание и владение методами и средствами решения задач; недостаточно последовательное изложение материала курса; умение формулировать отдельные выводы и обобщения по теме вопросов. Выполнено и защищено не менее 75 % лабораторных работ. | 9–22  |
| <i>Неудовлетворительный</i> | Ответ, не соответствующий вышеуказанным критериям выставления оценок.                                                                                                                                                                                                                                                      | 0–8   |

### Опросы

| Критерии оценивания                                           | Баллы  |
|---------------------------------------------------------------|--------|
| Студент правильно ответил на 0 – 30% всех заданных вопросов   | 0 – 1  |
| Студент правильно ответил на 31 – 50% всех заданных вопросов  | 2 – 4  |
| Студент правильно ответил на 51 – 75% всех заданных вопросов  | 5 – 7  |
| Студент правильно ответил на 76 – 100% всех заданных вопросов | 8 – 10 |

### Тестирование

| Критерии оценивания                                          | Баллы   |
|--------------------------------------------------------------|---------|
| Студент правильно ответил на 0 – 30% всех тестовых заданий   | 0 – 2   |
| Студент правильно ответил на 31 – 50% всех тестовых заданий  | 3 – 6   |
| Студент правильно ответил на 51 – 75% всех тестовых заданий  | 7 – 11  |
| Студент правильно ответил на 76 – 100% всех тестовых заданий | 17 – 20 |

### Домашние задания

| Критерии оценивания                                       | Баллы |
|-----------------------------------------------------------|-------|
| Студент правильно выполнил 0 – 30% всех домашних заданий  | 0 – 1 |
| Студент правильно выполнил 31 – 50% всех домашних заданий | 2 – 4 |



|                                                            |        |
|------------------------------------------------------------|--------|
| Студент правильно выполнил 51 – 75% всех домашних заданий  | 5 – 7  |
| Студент правильно выполнил 76 – 100% всех домашних заданий | 8 – 10 |

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И РЕСУРСНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1. Основная литература

1. Вергелес, С. Н. Теоретическая физика. Квантовая электродинамика: учебник для бакалавриата и магистратуры / С. Н. Вергелес. — 4-е изд., испр. и доп. — М.: Издательство Юрайт, 2018. — 262 с. — (Серия: Бакалавр и магистр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-01663-5. — Режим доступа : [www.biblio-online.ru/book/A633F9EA-3DA5-49B7-B4E3-4724CC02232A](http://www.biblio-online.ru/book/A633F9EA-3DA5-49B7-B4E3-4724CC02232A).

2. Вергелес, С. Н. Теоретическая физика. Общая теория относительности: учебник для бакалавриата и магистратуры / С. Н. Вергелес. — 2-е изд., испр. и доп. — М.: Издательство Юрайт, 2018. — 190 с. — (Серия: Бакалавр и магистр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-03243-7. — Режим доступа : [www.biblio-online.ru/book/B09D8A54-E4A3-4FA2-A7C4-60B6B1E06137](http://www.biblio-online.ru/book/B09D8A54-E4A3-4FA2-A7C4-60B6B1E06137).

3. Йоос, Г. Lehrbuch der theoretischen physik in 2 t. Teil 1. Теоретическая физика в 2 ч. Часть 1 / Г. Йоос. — М.: Издательство Юрайт, 2018. — 445 с. — (Серия: Читаем в оригинале). — ISBN 978-5-534-06156-7. — Режим доступа : [www.biblio-online.ru/book/157A32FE-5756-4DAD-8EA3-99DD01872F59](http://www.biblio-online.ru/book/157A32FE-5756-4DAD-8EA3-99DD01872F59).

4. Йоос, Г. Lehrbuch der theoretischen physik in 2 t. Teil 2. Теоретическая физика в 2 ч. Часть 2 / Г. Йоос. — М.: Издательство Юрайт, 2018. — 359 с. — (Серия: Читаем в оригинале). — ISBN 978-5-534-06158-1. — Режим доступа : [www.biblio-online.ru/book/F6E1BDF4-6C75-49A8-BDA9-83049F548C9D](http://www.biblio-online.ru/book/F6E1BDF4-6C75-49A8-BDA9-83049F548C9D).

### 6.2. Дополнительная литература

1. Гладков, С. О. Теоретическая и математическая физика. Сборник задач в 2 ч. Часть 1: учебное пособие для академического бакалавриата / С. О. Гладков. — 3-е изд., пер. и доп. — М.: Издательство Юрайт, 2018. — 241 с. — (Серия: Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-00000-9. — Режим доступа : [www.biblio-online.ru/book/450437D9-828F-43DA-8058-123F88B5B11C](http://www.biblio-online.ru/book/450437D9-828F-43DA-8058-123F88B5B11C).

2. Гладков, С. О. Теоретическая и математическая физика. Сборник задач в 2 ч. Часть 2: учебное пособие для академического бакалавриата / С. О. Гладков. — 3-е изд., пер. и доп. — М.: Издательство Юрайт, 2018. — 253 с. — (Серия: Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-00003-0. — Режим доступа : [www.biblio-online.ru/book/3053172E-8AFC-41F4-A467-D7491AFB088D](http://www.biblio-online.ru/book/3053172E-8AFC-41F4-A467-D7491AFB088D).

3. Астрофизика космических лучей [Электронный ресурс]: Учебное пособие для вузов. / В.С. Мурзин - М.: Логос, 2017. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785987041716.html>.

4. Лекции по теоретической физике: Курс лекций / Белавин А.А., Кулаков А.Г., Тарнопольский Г.М. - М.: МЦНМО, 2015. - 251 с.: ISBN 978-5-4439-2440-3 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/970126>.

### 6.3. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. [http://mgou.ru/index.php?option=com\\_content&task=view&id=48&Itemid=614](http://mgou.ru/index.php?option=com_content&task=view&id=48&Itemid=614)
2. Научная электронная библиотека <http://elibrary.ru>

## 7. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Грань Т.Н., Холина С.А. Методические рекомендации по проведению лекционных занятий.

2. Грань Т.Н., Холина С.А. Методические рекомендации по проведению лабораторных и практических занятий.

## **8. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

### **Лицензионное программное обеспечение:**

Microsoft Windows

Microsoft Office

Kaspersky Endpoint Security

### **Информационные справочные системы:**

Система ГАРАНТ

Система «КонсультантПлюс»

### **Профессиональные базы данных**

fgosvo.ru

pravo.gov.ru

www.edu.ru

## **9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает в себя:

- учебные аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, укомплектованные учебной мебелью, доской, демонстрационным оборудованием.

- помещения для самостоятельной работы, укомплектованные учебной мебелью, персональными компьютерами с подключением к сети Интернет и обеспечением доступа к электронным библиотекам и в электронную информационно-образовательную среду МГОУ;

- помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования, укомплектованные мебелью (шкафы/стеллажи), наборами демонстрационного оборудования и учебно-наглядными пособиями;

- лаборатория, оснащенная лабораторным оборудованием:

1. He-Cd лазер.
2. Осциллограф с наносекундным разрешением LeCroy WaveSurfer 24Xs.
3. Многостенные углеродные нанотрубки.
4. Графитовые решётки Вульфа-Брэгга