

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ СОВЕТ ПО ФИЗИКЕ**

Председатель НМС по физике  
академик РАН Ж.И.Алферов  
Тел. (812) 297-21-45

Санкт-Петербургский государственный политехнический  
университет  
тел. (812) 552-77-90; Fax.: (812) 552-75-74  
E mail: [ivanov@tuexph.stu.neva.ru](mailto:ivanov@tuexph.stu.neva.ru)

Исх. № НМС-09/6 от 08.04.2009 г.

**ПРИМЕРНЫЕ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ  
«ФИЗИКА»  
ДЛЯ ГОС 3-го ПОКОЛЕНИЯ**

**РЕКОМЕНДОВАНО**  
Научно-методическим советом по физике  
Министерства образования и науки  
Российской Федерации  
для высших учебных заведений

В разработке программы приняли участие:

1. А.Д.Гладун, зав. кафедрой МФТИ (ТУ), член Президиума НМС по физике.
2. Г.Г.Спирин, зав. кафедрой МАИ (ТУ), член Президиума НМС по физике.
3. О.Н.Крохин, академик РАН, член Президиума НМС по физике.
4. А.Н.Морозов, зав. кафедрой МГТУ им. Н.Э.Баумана, член Президиума НМС по физике.
5. В.В.Гаврушко, профессор НГУ, член Президиума НМС по физике.
6. Д.Р.Хохлов, зав. кафедрой МГУ им. М.В.Ломоносова, зам. председателя УМО классических университетов.
7. В.К.Иванов, декан физико-механического факультета СПбГПУ, член Президиума НМС по физике.
8. Н.М.Кожевников, профессор СПбГПУ, ученый секретарь НМС по физике.

Проект программы обсуждался и был рекомендован на заседании Президиума НМС по физике 10 -11 февраля 2009 г. для использования в учебном процессе учреждений высшего профессионального образования.



## СОДЕРЖАНИЕ

1. Общие положения.
2. Компетенции бакалавра, формируемые дисциплиной «Физика».
3. Цели и задачи изучения дисциплины «Физика»
4. Многоуровневая структура Программы.
5. Инвариантное содержание разделов Программы.
6. Примерное содержание практических занятий.
7. Лабораторный физический практикум.
8. Специализированные разделы Программы.
9. Основная и дополнительная литература.
10. Оценка качества освоения Программы.

## I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

- I.1. Дисциплина «Физика» входит в базовый блок «Математического и естественнонаучного цикла» (Б2) для физических, естественнонаучных, технических, технологических, педагогических, медицинских, сельскохозяйственных и других направлений и профилей подготовки бакалавриата.
- I.2. В основе приведенной ниже примерной программы дисциплины «Физика» для ФГОС-3 (далее – Программы) лежит:
- сохранение накопленного опыта преподавания общей физики;
  - обеспечение высокого уровня фундаментальной подготовки, как основы профессиональных и общекультурных компетенций;
  - формирование способности успешно работать в новых, быстро развивающихся областях, самостоятельно непрерывно приобретать новые знания, умения и навыки в этих областях;
  - обеспечение вариативности учебного процесса путем дифференциации уровней изучения дисциплины «Физика».
- I.3. При формировании Программы учитывалось, что математический и естественнонаучный цикл должен составлять единый блок и изучаться на начальной стадии основных образовательных программ (ООП) ВПО.
- I.4. С точки зрения компетенций необходимо учитывать, что дисциплина «Физика» играет важную роль в формировании не только профессиональных, но и общекультурных, социально-личностных компетенций.
- I.5. При определении трудоемкости разделов дисциплины «Физика» считается, что ее общая трудоемкость по очной форме обучения за учебный год должна составлять от 8 до 20 зачетных единиц (включая организованную и контролируемую самостоятельную работу). При этом одна зачетная единица равна 36 академическим часам.



## II.

# КОМПЕТЕНЦИИ БАКАЛАВРА, ФОРМИРУЕМЫЕ ДИСЦИПЛИНОЙ «ФИЗИКА»

### *II.1. Общенаучные компетенции (ОК)*

- Способность совершенствовать и развивать свой интеллектуальный и общекультурный уровень.
- Способность к самостоятельному изучению новых методов физических исследования, к пополнению своих знаний в области современных проблем науки и техники, в том числе с использованием современных образовательных и информационных технологий.
- Готовность к активному общению в научной, производственной и социально-общественной сфере деятельности, способность пользоваться русским и иностранным языками, как средством делового общения.
- Владение математической и естественнонаучной культурой, как частью профессиональной и общечеловеческой культуры.
- Умение выстраивать и реализовать перспективные линии интеллектуального, культурного, нравственного, физического и профессионального саморазвития и самосовершенствования.
- Проявление настойчивости в достижении цели, способность критически переосмысливать накопленный опыт, изменять при необходимости профиль своей профессиональной деятельности.
- Готовность к работе в коллективе, способность проявлять инициативу, находить организационно-управленческие решения в нестандартных ситуациях и нести ответственность за эти решения.
- Владение социально значимыми представлениями о здоровом образе жизни, готовность к достижению и поддержанию должного физического уровня, необходимого для профессиональной и социальной деятельности.
- Владение культурой физического мышления, способностью к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения.
- Понимание роль физических знаний для активной деятельности по охране окружающей среды, рациональному природопользованию, сохранению и развитию цивилизации.
- Способность к логически верной и аргументированной письменной и устной коммуникации, умение создавать и редактировать тексты профессионального назначения.

## *II.2. Профессиональные компетенции (ПК)*

### Научно-исследовательская деятельность.

- Знание основных разделов дисциплины «Физика», умение использовать их на соответствующем уровне, умение формировать презентации и научно-технические отчеты по результатам деятельности, оформлять результаты в виде статей и докладов на конференциях.
- Понимание различия в методах исследования физических процессов и явлений на эмпирическом и теоретическом уровне, необходимости верификации теоретических выводов, анализа их области применения.
- Умение критически анализировать физические проблемы повышенной сложности, в том числе требующие оригинальных подходов.
- Способность к абстракции, к интуитивному анализу.
- Способность к систематическому изучению отечественного и зарубежного опыта по соответствующему профилю, умение читать и анализировать учебную и научную литературу по физике, в том числе на иностранном языке.
- Умение представлять доказательства, проблемы, результаты физических исследований ясно и точно в терминах, понятных для профессиональной аудитории, как в письменной, так и в устной форме.
- Способность понимать современные методы физического исследования и моделирования с использованием вычислительной техники и соответствующих программных комплексов.

### Научно-инновационная деятельность (в соответствии с профилем подготовки).

- Активность, умение и способность к применению современных достижений в области физики для создания новых практических, в том числе технических и технологических, решений.
- Способность разрабатывать проекты реализации инноваций в области физики.
- Знание физических законов, составляющих фундамент современной техники и технологий.
- Готовность использовать информационные технологии и инструментальные средства при разработке инновационных проектов.
- Умение формировать суждения о значении и последствиях своей профессиональной деятельности с учетом социальных, правовых, этических и природоохранных аспектов.

### Педагогическая деятельность (в соответствии с полученной дополнительной квалификацией).



- Способность понимать, излагать получаемую информацию и представлять результаты физических исследований в рамках учебного процесса.
- Готовность к участию в довузовской подготовке и профориентационной работе в школах и других учебных заведениях.
- Готовность участвовать в методических разработках учебных дисциплин, связанных с физикой, на основе изучения литературы.
- Готовность к разработке новых образовательных технологий в области физики, включая системы компьютерного и дистанционного обучения.
- Знание психолого-педагогических критериев качества учебного процесса и применение их на практике.

#### Проектная, проектно-конструкторская или проектно-технологическая деятельность.

- Способность применять знания о природных объектах и явлениях на практике, в том числе выдвигать гипотезы, составлять теоретические модели, проводить анализ границ их применимости.
- Готовность использовать информационные технологии и аналогии на основе истории науки и техники при разработке и проектированию новых изделий, материалов или технологических процессов.
- Способность планировать и проводить физические исследования адекватными экспериментальными методами, оценивать точность и погрешность измерений, анализировать смысл полученных результатов.
- Готовность применять аналитические и численные методы анализа физических задач с использованием языков и систем программирования, инструментальных средств компьютерного моделирования.

### **III. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ «ФИЗИКА»**

Модернизация и развитие курса общей физики связаны с возрастающей ролью фундаментальных наук в подготовке бакалавра. Внедрение высоких технологий предполагает основательное знакомство, как с классическими, так и с новейшими методами и результатами физических исследований. При этом бакалавр должен получить не только физические знания, но и навыки их дальнейшего пополнения, научиться пользоваться современной литературой, в том числе электронной.

Физика создает универсальную базу для изучения общепрофессиональных и специальных дисциплин, закладывает фундамент последующего обучения в магистратуре, аспирантуре. Она даёт цельное представление о физических законах окружающего мира в их единстве и взаимосвязи, вооружает бакалавров

необходимыми знаниями для решения научно-технических задач в теоретических и прикладных аспектах.

Значение курса общей физики в высшем и среднем образовании определено ролью науки в жизни современного общества. Наряду с освоением знаний о конкретных экспериментальных фактах, законах, теориях в настоящее время учебная дисциплина «Физика» приобрела исключительное гносеологическое значение. Именно эта дисциплина позволяет познакомить студентов с научными методами познания, научить их отличать гипотезу от теории, теорию от эксперимента. Поэтому программа дисциплины «Физика» должна быть сформирована таким образом, чтобы дать студентам представление об основных разделах физики, познакомить их с наиболее важными экспериментальными и теоретическими результатами. Эта дисциплина должна провести демаркацию между научным и антинаучным подходом в изучении окружающего мира, научить строить физические модели происходящего и устанавливать связь между явлениями, привить понимание причинно-следственной связи между явлениями. Обладая логической стройностью и опираясь на экспериментальные факты, дисциплина «Физика» является идеальной для решения этой задачи, формируя у студентов подлинно научное мировоззрение.

Дисциплина «Физика», входящая в Федеральный компонент цикла общих математических и естественнонаучных дисциплин в государственных образовательных стандартах 3-го поколения, предназначена для ознакомления студентов с современной физической картиной мира, приобретения навыков экспериментального исследования физических явлений и процессов, изучения теоретических методов анализа физических явлений, обучения грамотному применению положений фундаментальной физики к научному анализу ситуаций, с которыми бакалавру придется сталкиваться при создании новых технологий, а также выработки у студентов основ естественнонаучного мировоззрения и ознакомления с историей развития физики и основных её открытий.

В результате освоения дисциплины «Физика» студент должен изучить физические явления и законы физики, границы их применимости, применение законов в важнейших практических приложениях; познакомиться с основными физическими величинами, знать их определение, смысл, способы и единицы их измерения; представлять себе фундаментальные физические опыты и их роль в



развитии науки; знать назначение и принципы действия важнейших физических приборов.

Кроме того, студент должен приобрести навыки работы с приборами и оборудованием современной физической лаборатории; навыки использования различных методик физических измерений и обработки экспериментальных данных; навыки проведения адекватного физического и математического моделирования, а также применения методов физико-математического анализа к решению конкретных естественнонаучных и технических проблем.

Предполагается, что бакалавр, независимо от профиля подготовки, должен понимать и использовать в своей практической деятельности базовые концепции и методы, развитые в современном естествознании. Эти концепции и методы должны лечь в основу преподавания дисциплин естественнонаучного и общеинженерного циклов, а также дисциплин специализации.

Приступая к изучению дисциплины «Физика», студент должен знать физику в пределах программы средней школы (как минимум – на базовом уровне). При построении программы курса общей физики следует опираться не только на опыт преподавания физики в высшей школе России, но и учитывать разработки в этой области, созданные в высшей школе других стран.

Чтобы обеспечить конкурентоспособность выпускников российской высшей школы на международном уровне, успешное развитие российской промышленности в рамках мировой экономической ситуации и учитывая присоединение нашей страны в 2003 году к Болонскому соглашению, вузы Российской Федерации должны обеспечить своим выпускникам уровень подготовки, соответствующий мировым стандартам.

Учитывая конкретное направление подготовки бакалавров целесообразно за счет вузовского компонента выделять необходимый объем учебной нагрузки, предназначенный для дополнения или углубленного изучения отдельных разделов курса физики, отражающих специфику этого направления. Например, вводить такие разделы, как «Геометрическая оптика», «Переменный ток», «Рентгеновское излучение», «Акустика» и т. п.

Задачами курса физики являются:

- изучение законов окружающего мира в их взаимосвязи;
- овладение фундаментальными принципами и методами решения научно-технических задач;
- формирование навыков по применению положений фундаментальной физики к грамотному научному анализу ситуаций, с которыми бакалавру

придется сталкиваться при создании или использовании новой техники и новых технологий;

- освоение основных физических теорий, позволяющих описать явления в природе, и пределов применимости этих теорий для решения современных и перспективных профессиональных задач;
- формирование у студентов основ естественнонаучной картины мира;
- ознакомление студентов с историей и логикой развития физики и основных её открытий.

Вне зависимости от уровня программы, в результате изучения курса физики студенты должны приобрести следующие знания, умения и навыки, применимые в их последующем обучении и профессиональной деятельности:

#### ***знания***

- основные физические явления и основные законы физики; границы их применимости, применение законов в важнейших практических приложениях;
- основные физические величины и физические константы, их определение, смысл, способы и единицы их измерения;
- фундаментальные физические опыты и их роль в развитии науки;
- назначение и принципы действия важнейших физических приборов;

#### ***умения***

- объяснить основные наблюдаемые природные и техногенные явления и эффекты с позиций фундаментальных физических взаимодействий;
- указать, какие законы описывают данное явление или эффект;
- истолковывать смысл физических величин и понятий;
- записывать уравнения для физических величин в системе СИ;
- работать с приборами и оборудованием современной физической лаборатории;
- использовать различные методики физических измерений и обработки экспериментальных данных;
- использовать методы адекватного физического и математического моделирования, а также применять методы физико-математического анализа к решению конкретных естественнонаучных и технических



проблем;

### **навыки**

- использования основных общефизических законов и принципов в важнейших практических приложениях;
- применения основных методов физико-математического анализа для решения естественнонаучных задач;
- правильной эксплуатации основных приборов и оборудования современной физической лаборатории;
- обработки и интерпретирования результатов эксперимента;
- использования методов физического моделирования в производственной практике.

После завершения обучения студенты должны демонстрировать компетенции, перечисленные в предыдущем разделе программы.

При построении курса физики в процессе реализации конкретной образовательной программы, безусловно, допускается внесение в нее изменений, учитывающих особенности как возникающих междисциплинарных связей, так и дальнейшей профессиональной деятельности выпускников. В связи с этим возможны некоторые перестановки в изучении материала курса.

В то же самое время не следует забывать, что курс общей физики является одной из базовых дисциплин, преподавание которых ведется на младших курсах и требует последовательного ознакомления студентов с различными разделами дисциплины, таким образом, чтобы очередной дидактический модуль опирался на материал, представленный в предшествующих модулях. В этом состоит существенное отличие курса общей физики от любого курса теоретической физики, где последовательность изложения разделов строится исходя из того, что курс общей физики успешно освоен, и ссылки на материал общего курса физики оказываются допустимыми.

## **IV. МНОГОУРОВНЕВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ «ФИЗИКА»**

IV.1. Содержание дисциплины (модули) должно быть аналогичным (по возможности одинаковым) для различных направлений и профилей подготовки. В то же время для реализации необходимой глубины изучения физики предусматриваются три уровня изучения дисциплины, отличающихся трудоемкостью:

**Минимальный уровень (МУ)** – 8 - 10 зачетных единиц (~ 300 академических часов): предполагает способность воспроизводить типовые ситуации, использовать их в решении простейших задач. На этом уровне рассматриваются только модельные представления, описывающие достаточно ограниченный круг экспериментальных ситуаций.

**Базовый уровень (БУ)** – 10 - 14 зачетных единиц (~ 450 академических часов): предполагает способность решения сложных задач, требующих знания всей дисциплины.

**Расширенный уровень (РУ)** – 14 - 20 зачетных единиц (~ академических 600 часов): предполагает способность к построению и анализу развитой теоретической модели объекта или явления, фокусирующей внимание на отклонениях в поведении реальных прототипов от прогнозов простейшей теории. Развитая модель показывает, как надо модернизировать теорию, чтобы согласие с экспериментом стало лучшим, как расширить диапазон прогнозируемости теории.

3.2. Модули дисциплины «Физика»:

1. **Механика.**

2. **Термодинамика и молекулярную физика** (в том числе элементы статистической физики).

3. **Электричество и магнетизм.**

4. **Колебания и волны, оптика.**

5. **Квантовая физика** (включая физику атома и элементы физики твердого тела).

6. **Ядерная физика.**

7. **Физическая картина мира.**

3.3. Преподавание дисциплины «Физика» допускает различные траектории изучения структурных разделов. Например, релятивистские эффекты могут изучаться в разделе «Механика», в разделе «Колебания и волны. Оптика». Раздел «Термодинамика» может изучаться после «Квантовой физики» и «Ядерной физики».



## V. ИНВАРИАНТНОЕ СОДЕРЖАНИЕ МОДУЛЕЙ ДИСЦИПЛИНЫ «ФИЗИКА»<sup>1</sup>

### Введение

Физика в системе естественных наук. Общая структура и задачи дисциплины «Физика». Экспериментальная и теоретическая физика. Физические величины, их измерение и оценка погрешностей. Системы единиц физических величин. Краткая история физических идей, концепций и открытий. Классическая и неклассическая физика. Физика и научно-технический прогресс.

### 1. Механика.

#### 1.1. Кинематика.

(МУ) Основные кинематические характеристики криволинейного движения: скорость и ускорение. Нормальное и тангенциальное ускорение. Кинематика вращательного движения: угловая скорость и угловое ускорение, их связь с линейной скоростью и ускорением.

(БУ) *Пространство и время в механике Ньютона. Системы координат и их преобразования. Физический смысл производной и интеграла.*

#### 1.2. Динамика.

(МУ) Инерциальные системы отсчета и первый закон Ньютона. Второй закон Ньютона. Масса, импульс, сила. Уравнение движения материальной точки. Третий закон Ньютона и закон сохранения импульса. Закон всемирного тяготения. Силы сопротивления.

(БУ) *Интегрирование уравнений движения, роль начальных условий. Центр масс механической системы, закон движения центра масс. Движение тел с переменной массой.*

**(РУ) Связь закона сохранения импульса с однородностью пространства. Границы применимости классической механики.**

#### 1.3. Момент импульса.

(МУ) Момент импульса материальной точки и момент механической системы. Момент силы. Закон сохранения момента механической системы.

---

<sup>1</sup> Содержание разделов программы приведено с учетом различной трудоемкости (см. п. III), при этом более высокий иерархический уровень включает в себя содержание предыдущего уровня. Например, уровень БУ (курсив) включает в себя содержание уровня МУ, а уровень РУ (полужирный шрифт) — содержание уровней БУ и МУ.

(БУ) *Движение в поле центральных сил. Законы Кеплера.*

(РУ) **Связь закона сохранения момента импульса с изотропностью пространства.**

1.4. Энергия.

(МУ) Сила, работа и потенциальная энергия. Консервативные и неконсервативные силы. Работа и кинетическая энергия. Закон сохранения полной механической энергии в поле потенциальных сил.

(БУ) *Связь между силой и потенциальной энергией. Градиент скалярной функции. Столкновения тел. Неупругое и абсолютно упругое столкновение.*

(РУ) **Связь закона сохранения энергии с однородностью времени.**

1.5. Динамика вращательного движения.

(МУ) Уравнение вращения твердого тела вокруг закрепленной оси. Момент инерции. Формула Штейнера. Кинетическая энергия вращающегося твердого тела.

(БУ) *Гироскопические силы. Гироскопы и их применение в технике.*

(РУ) **Углы Эйлера. Тензор инерции тела. Прецессия и нутация гироскопа. Неинерциальные системы отсчета. Элементы классической теории гравитации. Приливы.**

1.6. Элементы механики сплошных сред.

(МУ) Общие свойства жидкостей и газов. Стационарное течение идеальной жидкости. Уравнение Бернулли. Упругие напряжения и деформации в твердом теле. Закон Гука. Модуль Юнга. Коэффициент Пуассона.

(БУ) *Кинематическое описание движения жидкости. Векторные поля. Поток и циркуляция векторного поля. Уравнения движения и равновесия жидкости. Энергия упругих деформаций твердого тела.*

(РУ) **Вязкая жидкость. Силы внутреннего трения. Стационарное течение вязкой жидкости. Ламинарное и турбулентное движение. Число Рейнольдса. Лобовое сопротивление при обтекании тел.**

1.7. Релятивистская механика.

(МУ) Принцип относительности и преобразования Галилея. Экспериментальные обоснования специальной теории относительности (СТО). Постулаты СТО. Относительность одновременности и



преобразования Лоренца. Сокращение длины и замедление времени в движущихся системах отсчета. Релятивистский импульс. Взаимосвязь массы и энергии. СТО и ядерная энергетика.

*(БУ) Преобразование скоростей в релятивистской кинематике. Сохранение релятивистского импульса. Релятивистская энергия.*

**(РУ) Четырехмерное пространство-время и его псевдоевклидова метрика. Понятие релятивистского интервала. Диаграммы Минковского. Столкновения релятивистских частиц.**

## **2. Термодинамика.**

### 2.1. Феноменологическая термодинамика.

*(МУ) Термодинамическое равновесие и температура. Нулевое начало термодинамики. Эмпирическая температурная шкала. Квазистатические процессы. Уравнение состояния в термодинамике. Обратимые и необратимые процессы. Первое начало термодинамики. Теплоемкость. Уравнение Майера. Изохорический, изобарический, изотермический, адиабатический процессы в идеальных газах. Преобразование теплоты в механическую работу. Цикл Карно и его коэффициент полезного действия. Энтропия.*

*(БУ) Связь теплоемкости идеального газа с числом степеней свободы молекул. Политропический процесс и его частные случаи. Термодинамические потенциалы и условия равновесия. Фазовые превращения. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса. Реальные газы. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Критическая изотерма. Эффект Джоуля-Томсона. Классическая теория теплоемкости твердых тел. Закон Дюлонга и Пти.*

**(РУ) Химический потенциал. Условия химического равновесия. Диаграммы состояний. Фазы и условия равновесия фаз. Термодинамика поверхности раздела двух фаз. Поверхностные энергия и натяжение. Капиллярные явления. Термодинамика необратимых процессов.**

### 2.2. Молекулярно-кинетическая теория.

*(МУ) Давление газа с точки зрения МКТ. Связь теплоемкости с числом степеней свободы молекул газа. Распределение Максвелла молекул идеального газа. Экспериментальное обоснование распределения Максвелла. Распределение Больцмана и барометрическая формула.*

*(БУ) Вывод распределений Максвелла и Больцмана из условия равновесного характера движения молекул. Наиболее вероятная, средняя и среднеквадратичная скорости. Определение числа Авогадро методом Перрена.*

2.3. Статистическая физика.

**(РУ) Макро- и микросостояния. Статистический вес и вероятность макросостояния. Фазовое пространство. Две системы в тепловом контакте. Энтропия и температура. Основное термодинамическое тождество. Распределение Гиббса. Вывод распределений Максвелла и Больцмана из распределения Гиббса.**

2.4. Элементы физической кинетики.

*(МУ) Явления переноса. Диффузия, теплопроводность, внутреннее трение. Броуновское движение.*

*(БУ) Число столкновений и длина свободного пробега молекул идеального газа. Эмпирические уравнения переноса: Фика, Фурье и Ньютона. Релаксация к состоянию равновесия.*

**(РУ) Связь диффузии с броуновским движением. Чувствительность измерительных приборов. Шумы. Принцип Онзагера.**

2.5. Макроскопические системы вдали от теплового равновесия.

*(БУ) Открытые диссипативные системы. Самоорганизация в открытых системах, роль нелинейности. Флуктуации. Бифуркации и катастрофы. Идеи синергетики. Примеры самоорганизации в живой и неживой природе. Динамический хаос.*

3. **Электричество и магнетизм.**

3.1. Электростатика.

*(МУ) Закон Кулона. Напряженность и потенциал электростатического поля. Теорема Гаусса в интегральной форме и ее применение для расчета электрических полей.*

*(БУ) Теорема Гаусса в дифференциальной форме. Дивергенция векторного поля. Теорема Стокса в интегральной и дифференциальной форме. Циркуляция и ротор векторного поля. Уравнения Пуассона и Лапласа для потенциала. Теорема Ирншоу.*





### 3.2. Проводники в электрическом поле.

(МУ) Равновесие зарядов в проводнике. Основная задача электростатики проводников. Эквипотенциальные поверхности и силовые линии электростатического поля между проводниками. Электростатическая защита. Емкость проводников и конденсаторов. Энергия заряженного конденсатора.

(БУ) *Энергия взаимодействия электрических зарядов. Энергия системы заряженных проводников. Объемная плотность энергии электростатического поля.*

### 3.3. Диэлектрики в электрическом поле.

(МУ) Электрическое поле диполя. Диполь во внешнем электрическом поле. Поляризация диэлектриков. Ориентационный и деформационный механизмы поляризации. Вектор электрического смещения (электрической индукции). Диэлектрическая проницаемость вещества. Электрическое поле в однородном диэлектрике.

(БУ) *Разложение поля системы электрических зарядов по мультиполям. Дипольный момент системы зарядов. Вектор поляризации (поляризованности) диэлектрика и его связь с объемной и поверхностной плотностью связанных зарядов. Вектор электрического смещения (электрической индукции). Диэлектрическая восприимчивость и диэлектрическая проницаемость для полярных и неполярных диэлектриков. Объемная плотность энергии электрического поля в диэлектрике.*

(РУ) **Граничные условия для векторов напряженности электрического поля и электрического смещения. Внутренняя и свободная энергия диэлектриков во внешнем электростатическом поле. Условие термодинамического равновесия в диэлектриках. Пьезоэлектрики и сегнетоэлектрики (ферроэлектрики).**

### 3.4. Постоянный электрический ток.

(МУ) Сила и плотность тока. Уравнение непрерывности для плотности тока. Закон Ома в интегральной и дифференциальной формах. Закон Джоуля-Ленца. Закон Видемана-Франца. Электродвижущая сила источника тока. Правила Кирхгофа.

(БУ) *Классическая теория электропроводности металлов (теория Друде-Лоренца), условия ее применимости и противоречия с экспериментальными*

результатами. Максвелловская релаксация неоднородности заряда в проводнике.

**(РУ) Электрический ток в газах и жидкостях.**

3.5. Магнитостатика.

(МУ) Магнитное взаимодействие постоянных токов. Вектор магнитной индукции. Закон Ампера. Сила Лоренца. Движение зарядов в электрических и магнитных полях. Закон Био-Савара-Лапласа. Теорема о циркуляции (закон полного тока).

(БУ) *Магнитное поле движущегося заряда. Поток и циркуляция магнитного поля. Дивергенция и ротор вектора магнитной индукции. Движение заряженных частиц в электрических и магнитных полях. Эффект Холла и его применение.*

**(РУ) Магнетизм как релятивистский эффект.**

3.6. Магнитное поле в веществе.

(МУ) Магнитное поле и магнитный дипольный момент кругового тока. Намагничивание магнетиков. Напряженность магнитного поля. Магнитная проницаемость. Классификация магнетиков.

(БУ) *Вектор намагниченности и его связь с плотностью молекулярных токов. Магнитная восприимчивость и магнитная проницаемость. Диамагнетики, парамагнетики и ферромагнетики. Граничные условия на поверхности раздела двух магнетиков. Объемная плотность энергии магнитного поля в веществе.*

**(РУ) Физическая природа намагниченности диамагнетиков, парамагнетиков и ферромагнетиков.**

3.7. Электромагнитная индукция.

(МУ) Феноменология электромагнитной индукции. Правило Ленца. Уравнение электромагнитной индукции. Самоиндукция. Индуктивность соленоида. Работа по перемещению контура с током в магнитном поле. Энергия магнитного поля.

(БУ) *Физика электромагнитной индукции. Вихревое электрическое поле. Ток смещения.*

**(РУ) Релятивистская природа электромагнитной индукции.**



### 3.8. Уравнения Максвелла.

(МУ) Система уравнений Максвелла в интегральной форме и физический смысл входящих в нее уравнений.

(БУ) *Система уравнений Максвелла в дифференциальной форме.*

(РУ) **Скалярный и векторный потенциалы электромагнитного поля.**

## 4. Колебания и волны. Оптика.

### 4.1. Гармонические колебания.

(МУ) Идеальный гармонический осциллятор. Уравнение идеального осциллятора и его решение. Амплитуда, частота и фаза колебания. Энергия колебаний. Примеры колебательных движений различной физической природы. Свободные затухающие колебания осциллятора с потерями. Вынужденные колебания. Сложение колебаний (биения, фигуры Лиссажу). Анализ и синтез колебаний, понятие о спектре колебаний. Связанные колебания.

(БУ) *Комплексная форма представления гармонических колебаний. Векторное описание сложения колебаний. Нормальные моды связанных осцилляторов. Время установления вынужденных колебаний и его связь с добротностью осциллятора.*

(РУ) **Модулированные колебания. Параметрический резонанс. Нелинейный осциллятор. Автоколебания.**

### 4.2. Волны.

(МУ) Волновое движение. Плоская гармоническая волны. Длина волны, волновое число, фазовая скорость. Уравнение волны. Одномерное волновое уравнение. Упругие волны в газах жидкостях и твердых телах. Элементы акустики. Эффект Доплера. Поляризация волн.

(БУ) *Волновое уравнение в пространстве. Плоские и сферические электромагнитные волны. Волновой вектор. Волновое уравнение для электромагнитного поля. Основные свойства электромагнитных волн. Энергетические характеристики электромагнитных волн. Вектор Пойнтинга.*

(РУ) **Ударные акустические волны. Эффект Доплера. Излучение электрического диполя, диаграмма направленности. Давление электромагнитной волны.**

#### 4.3. Интерференция волн.

(МУ) Интерференционное поле от двух точечных источников. Опыт Юнга. Интерферометр Майкельсона. Интерференция в тонких пленках. Стоячие волны.

(БУ) *Основное уравнение интерференции, роль когерентности. Временная (продольная) когерентность. Пространственная (поперечная) когерентность. Многолучевая интерференция. Интерферометр Фабри-Перо.*

**(РУ) Звездный интерферометр Майкельсона. Антиотражающие покрытия и многослойные диэлектрические зеркала. Интерференция квазимонохроматического света. Функция когерентности.**

#### 4.4. Дифракция волн.

(МУ) Принцип Гюйгенса-Френеля. Дифракция Френеля на простейших преградах. Дифракция Фраунгофера. Дифракционная решетка как спектральный прибор. Понятие о голографическом методе получения и восстановления изображений.

(БУ) *Метод зон Френеля. Амплитудные и фазовые зонные пластинки Френеля. Дифракция Фраунгофера на щели. Дифракция на многих беспорядочно расположенных преградах. Разрешающая способность дифракционной решетки. Дифракция Брэгга. Голограммы Лейта-Упатниекса, Денисюка.*

**(РУ) Пространственная фильтрация. Дифракционная теория изображений. Предельная разрешающая способность оптических приборов. Голографическая интерферометрия.**

#### 4.5. Поляризация волн.

(МУ) Форма и степень поляризации монохроматических волн. Получение и анализ линейно-поляризованного света. Линейное двулучепреломление. Прохождение света через линейные фазовые пластинки. Искусственная оптическая анизотропия. Фотоупругость. Электрооптические и магнитооптические эффекты.

(БУ) *Отражение и преломление света на границе раздела двух диэлектриков. Формулы Френеля. Полное отражение и его применение в технике. Волноводы и световоды. Брюстеровское отражение. Циркулярная фазовая анизотропия.*

**(РУ) Элементы оптики анизотропных сред и проводящих сред.**

4.6. Поглощение и дисперсия волн.

(МУ) Феноменология поглощения и дисперсии света.

(БУ) *Модель среды с дисперсией. Фазовая и групповая скорость волны. Волновые пакеты. Нормальная и аномальная дисперсия.*

**(РУ) Классическая теория дисперсии. Рассеяние света.**

4.7. Нелинейные процессы в оптике.

(БУ) *Нелинейно-оптические эффекты: самофокусировка света, генерация гармоник, параметрические процессы, вынужденное рассеяние.*

**(РУ) Динамическая голография. Обращение волнового фронта. Получение сверхкоротких импульсов света и «генерация суперконтинуума».**

**5. Квантовая физика.**

5.1. Квантовые свойства электромагнитного излучения.

(МУ) Тепловое излучение и люминесценция. Спектральные характеристики теплового излучения. Законы Кирхгофа, Стефана-Больцмана и закон смещения Вина. Абсолютно черное тело. Формула Релея-Джинса и «ультрафиолетовая катастрофа». Гипотеза квантов. Формула Планка. Квантовое объяснение законов теплового излучения. Корпускулярно-волновой дуализм света.

(БУ) *Фотоэффект и эффект Комптона. Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта. Опыт Боте. Тормозное излучение.*

**(РУ) Классическая модель затухающего дипольного осциллятора. Естественная ширина и форма линии излучения. Однородное и неоднородное уширение спектральных линий.**

5.2. Экспериментальные данные о структуре атомов.

(МУ) Модель атома Томсона. опыты Резерфорда по рассеянию альфа-частиц. Ядерная модель атома. Эмпирические закономерности в атомных спектрах. Формула Бальмера.

(БУ) *Линейчатые спектры атомов. Комбинационный принцип Ритца.*

**(РУ) Принцип соответствия Бора. Опыт Франка-Герца. Резонансы во взаимодействии нейтронов с атомными ядрами и пионов с нуклонами.**

### 5.3. Элементы квантовой механики.

(МУ) Гипотеза де Бройля. Опыты Дэвиссона и Джермера. Дифракция микрочастиц. Принцип неопределенности Гейзенберга. Волновая функция, ее статистический смысл и условия, которым она должна удовлетворять. Уравнение Шредингера. Квантовая частица в одномерной потенциальной яме. Одномерный потенциальный порог и барьер.

(БУ) *Состояние микрочастицы в квантовой механике. Понятие о вырождении энергетических уровней. Гармонический осциллятор. Фононы.*

**(РУ) Представление физических величин операторами. Операторы координат, импульса, момента импульса, потенциальной и кинетической энергии. Гамильтониан квантовой системы как оператор полной энергии. Вычисление средних значений и флуктуаций физических величин в квантовых системах. Стационарное и нестационарное уравнение Шредингера.**

### 5.4. Квантово-механическое описание атомов.

(МУ) Стационарное уравнение Шредингера для атома водорода. Волновые функции и квантовые числа. Правила отбора для квантовых переходов. Опыт Штерна и Герлаха. Эффект Зеемана.

(БУ) *Ширина спектральных линий атома водорода. Собственный механический и магнитный моменты электрона в атоме. Спин-орбитальное взаимодействие. Строение атомов и периодическая система химических элементов Д.М.Менделеева. Порядок заполнения электронных оболочек.*

**(РУ) Тонкая структура спектральных линий атома водорода. Лэмбовский сдвиг. Векторная модель многоэлектронного атома. Типы связей. Характеристические спектры атомов. Закон Мозли. Эффект Оже.**

### 5.5. Оптические квантовые генераторы.

(МУ) Спонтанное и индуцированное излучение. Инверсное заселение уровней активной среды. Основные компоненты лазера. Условие усиления и генерации света. Особенности лазерного излучения. Основные типы лазеров и их применение.

(БУ) *Модовая структура оптических резонаторов. Спектральный состав излучения лазеров. Когерентность лазерного излучения.*

(РУ) **Синхронизация мод в лазере. Генерация сверхкоротких импульсов. Квантовые нелинейно-оптические явления.**

#### 5.6. Элементы квантовой статистики.

(БУ) *Квантовые системы из одинаковых частиц. Принцип тождественности одинаковых микрочастиц. Симметричные и антисимметричные состояния (волновые функции) тождественных микрочастиц. Бозоны и фермионы. Принцип Паули. Квантовые статистические распределения Бозе-Эйнштейна и Ферми-Дирака. Плотность числа квантовых состояний. Энергия Ферми.*

(РУ) **Предельный переход от квантовых статистических распределений к классическому распределению Максвелла-Больцмана. Параметр вырождения. Сверхтекучесть гелия. Сверхпроводимость. Работа выхода электрона из металла. Термоэлектронная эмиссия. Холодная (автоэлектронная) эмиссия.**

#### 5.7. Элементы физики твердого тела.

(БУ) *Движение электронов в периодическом поле кристалла. Структура зон в металлах, полупроводниках и диэлектриках. Проводимость металлов. Собственная и примесная проводимость полупроводников. Уровень Ферми в чистых и примесных полупроводниках. Температурная зависимость проводимости полупроводников. Фотопроводимость полупроводников. Процессы генерации и рекомбинации носителей заряда. Эффект Холла в металлах и полупроводниках. Квантовый эффект Холла*

(РУ) **Контактные явления в полупроводниках.  $p-n$  - переход. Распределение электронов и дырок в  $p-n$  - переходе. Вольтамперная характеристика  $p-n$  - перехода. Выпрямляющие свойства  $p-n$  - перехода. Процессы возбуждения, ионизации, диссоциации, рекомбинации и перезарядки. Плазма и ее основные свойства. Получение и применение плазмы в науке и технике.**

### 6. Ядерная физика.

#### 6.1. Элементы квантовой микрофизики.

(МУ) Состав атомного ядра. Характеристики ядра: заряд, масса, энергия связи нуклонов. Радиоактивность. Виды и законы радиоактивного излучения. Ядерные реакции. Деление ядер. Синтез ядер. Детектирование ядерных излучений. Понятие о дозиметрии и защите.

(БУ) *Спин и магнитный момент ядра. Свойства и обменный характер ядерных сил. Естественная и искусственная радиоактивность. Источники радиоактивных излучений. Радиоизотопный анализ. Законы сохранения в ядерных реакциях. Экспериментальные методы ядерной физики.*

**(РУ) Капельная, оболочечная и обобщенная модель ядра. Ускорители. Взаимодействие ядерных излучений с веществом.**

6.2. Элементарные частицы.

(МУ) Фундаментальные взаимодействия и основные классы элементарных частиц. Частицы и античастицы. Лептоны и адроны. Кварки. Электрослабое взаимодействие.

(БУ) *Стандартная модель элементарных частиц. Проблема объединения фундаментальных взаимодействий.*

**(РУ) Зарядовые мультиплеты и изотопический спин. Странные частицы. Закон сохранения комбинированной четности. Супермультиплеты.**

6.3. Космические лучи.

**(РУ) Происхождение космических лучей. Первичное и вторичное излучение. Интенсивность, состав, энергетический спектр. Взаимодействие первичного космического излучения с магнитным полем Земли. Радиационные пояса.**

**7. Физическая картина мира.**

Особенности классической и неклассической физики. Методология современных научно-исследовательских программ в области физики. Основные достижения и проблемы субъядерной физики. Попытки объединения фундаментальных взаимодействий и создания «теории всего». Современные космологические представления. Достижения наблюдательной астрономии. Теоретические космологические модели. Антропный принцип. Революционные изменения в технике и технологиях как следствие научных достижений в области физики. Физическая картина



мира как философская категория. Парадигма Ньютона и эволюционная парадигма.

## **VI. Примерное содержание практических занятий**

### 1. Механика.

- 1.1. Кинематика криволинейного движения материальной точки.
- 1.2. Кинематика движения материальной точки по окружности.
- 1.3. Динамика материальной точки.
- 1.4. Закон сохранения импульса.
- 1.5. Закон сохранения энергии.
- 1.6. Столкновение частиц.
- 1.7. Закон сохранения момента импульса.
- 1.8. Вращение твердого тела.
- 1.9. Движение в неинерциальных системах отсчета.
- 1.10. Релятивистская кинематика и динамика.
- 1.11. Стационарное движение жидкости.
- 1.12. Упругие деформации твердого тела.

### 2. Термодинамика и молекулярная физика.

- 2.1. Уравнение состояния идеального газа.
- 2.2. Первое начало термодинамики.
- 2.3. Теплоемкость идеального газа и квазистатические процессы.
- 2.4. Тепловые машины. Цикл Карно.
- 2.5. Энтропия идеального и реального газа.
- 2.6. Распределение Максвелла.
- 2.7. Распределение Больцмана.
- 2.8. Явления переноса.

### 3. Электричество и магнетизм.

- 3.1. Расчет напряженности электростатических полей.
- 3.2. Теорема Гаусса.
- 3.3. Вычисление потенциалов электрических полей.
- 3.4. Проводники в электростатическом поле.
- 3.5. Емкость проводников и конденсаторов.
- 3.6. Энергия электростатического поля.

- 3.7. Постоянный электрический ток.
- 3.8. Расчет электрических цепей постоянного тока.
- 3.9. Закон Био-Савара-Лапласа.
- 3.10. Закон полного тока (теорема о циркуляции).
- 3.11. Закон Ампера.
- 3.12. Магнитное поле в веществе.
- 3.13. Электромагнитная индукция.
- 3.14. Энергия магнитного поля.
  
4. Колебания и волны.
  - 4.1. Идеальный гармонический осциллятор.
  - 4.2. Гармонический осциллятор с потерями.
  - 4.3. Вынужденные колебания.
  - 4.4. Сложение колебаний. Биения.
  - 4.5. Сложение колебаний. Фигуры Лиссажу.
  - 4.6. Связанные колебания.
  - 4.7. Уравнение и характеристики волн.
  - 4.8. Электромагнитные волны в вакууме.
  - 4.9. Интерференция волн. Стоячие волны.
  - 4.10. Дифракция волн.
  - 4.11. Дифракционная решетка как спектральный прибор.
  - 4.12. Поляризация волн.
  - 4.13. Электрооптические и магнитооптические явления.
  - 4.14. Поглощение и дисперсия волн.
  
5. Квантовая физика.
  - 5.1. Тепловое излучение.
  - 5.2. Элементы квантовой механики.
  - 5.3. Атом Бора. Спектры.
  - 5.4. Радиоактивность.
  - 5.5. Ядерные реакции. Элементарные частицы.

## VII. Лабораторный физический практикум

Примерная тематика лабораторных работ:



## 1. Физические основы механики.

- 1.1. Определение ускорения свободного падения с помощью математического маятника.
- 1.2. Определение ускорения свободного падения с помощью машины Атвуда.
- 1.3. Определение скорости пули баллистическим методом.
- 1.4. Определение коэффициента трения качения с помощью наклонного маятника.
- 1.5. Определение момента инерции твердых тел с помощью крутильных колебаний.
- 1.6. Изучение вращательного движения с помощью маятника Обербека.
- 1.7. Изучение колебаний физического маятника.
- 1.8. Изучение движения гироскопа.
- 1.9. Измерение вязкости жидкости.
- 1.10. Измерение вязкости воздуха.
- 1.11. Течение жидкости в трубе переменного сечения.
- 1.12. Определение модуля Юнга и скорости звука в стержне.

## 2. Электричество и магнетизм.

- 2.1. Определение отношения заряда электрона к его массе методом магнетрона.
- 2.2. Моделирование электростатических полей.
- 2.3. Измерение магнитного поля соленоида с помощью датчика Холла.
- 2.4. Изучение электрических цепей постоянного тока.
- 2.5. Изучение процессов зарядки и разряда конденсатора.
- 2.6. Изучение электромагнитной индукции.
- 2.7. Исследование эффекта Холла в металлах и полупроводниках.
- 2.8. Гистерезис ферромагнетиков.
- 2.9. Изучение самоиндукции и взаимной индукции.
- 2.10. Исследование температурной зависимости сопротивления металлов и полупроводников.
- 2.11. Изучение электромагнитных процессов в линейных цепях под действием гармонической эдс.

## 3. Термодинамика и молекулярная физика.

- 3.1. Исследование фазовых переходов.

- 3.2. Измерение отношения  $c_p/c_v$  методом Клемана-Дезорма.
- 3.3. Измерение постоянной адиабаты резонансным методом.
- 3.4. Измерение коэффициента теплопроводности методом нагретой нити.
- 3.5. Определение теплоемкости различных тел.
- 3.6. Эффект Джоуля-Томсона.
- 3.7. Изучение вольт-амперных характеристик плазмы.
- 3.8. Опыт Перрена.
- 3.9. Исследование тройной точки вещества.
- 3.10. Изучение термоэлектронной эмиссии.
- 3.11. Определение коэффициента диффузии газов.
- 3.12. Зависимость удельной теплоемкости твердых тел от температуры.

#### 4. Колебания и волны. Оптика.

- 4.1. Электрический колебательный контур.
- 4.2. Нелинейный осциллятор.
- 4.3. Связанные гармонические колебания.
- 4.4. Изучение электромагнитных волн.
- 4.5. Интерференция волн.
- 4.6. Измерение длины волны в жидкости интерференционным методом.
- 4.7. Измерение скорости звука в воздухе.
- 4.8. Дифракция Френеля на простейших преградах.
- 4.9. Дифракция Фраунгофера на щели.
- 4.10. Дифракционная решетка.
- 4.11. Поляризация света.
- 4.12. Линейный и квадратичный электрооптический эффект.
- 4.13. Магнитооптический эффект Фарадея.
- 4.14. Изучение пространственной когерентности лазерного излучения.
- 4.15. Голографическая интерферометрия.

#### 5. Квантовая физика

- 5.1. Опыт Франка и Герца.
- 5.2. Изучение внешнего фотоэффекта и определение постоянной Планка.
- 5.3. Изучение спектра атома водорода.
- 5.4. Эффект Комптона.
- 5.5. Туннельный эффект.
- 5.6. Характеристики лазерного излучения.



- 5.7. Электропроводность полупроводников.
- 5.8. Исследование p – n перехода.
- 5.9. Фотопроводимость полупроводников.
- 5.10. Фундаментальное поглощение в полупроводниках.
- 5.11. Изучение космических лучей.

## **VIII. Специализированные разделы примерной программы**

### VIII.1. Достижения микрофизики последних десятилетий.

Фундаментальные взаимодействия в природе. Структура материи на микроуровне. Ядра, нуклоны, сильные (ядерные) взаимодействия. Барийонное число и сильный изотопический спин. Обменное взаимодействие нуклонов и нефундаментальность ядерных сил. Электрослабые переходы между ядерными состояниями. Нейтрино и антинейтрино. Лептонное число и слабый изотопический спин. Нарушение свойств симметрии в слабых ядерных переходах. Адроны и кварки. Понятие о «цвете» и «аромате» кварков. Глюоны и фундаментальные сильные взаимодействия. Промежуточные бозоны и фундаментальное электрослабое взаимодействие. Спонтанное нарушение симметрии. Стандартная модель элементарных частиц. Великое объединение фундаментальных взаимодействий. Суперобъединение и теория струн. На переднем крае физики микромира.

### VIII.2. Достижения мегафизики последних десятилетий.

Общая теория относительности и космология. Понятие о фундаментальном гравитационном взаимодействии. Белые карлики, нейтронные звезды и черные дыры. Гравитационные волны. Достижения современной наблюдательной астрономии. Расширение Вселенной и реликтовое электромагнитное излучение. Концепция горячего Большого Взрыва. Инфляционная модель эволюции Вселенной. Возникновение галактик и звезд. Синтез химических элементов в звездах. Ускоренное расширение Вселенной. Темная материя и темная энергия.

### VIII.3. Достижения макрофизики последних десятилетий.

Фазовые переходы и критические явления. Сверхтекучесть и сверхпроводимость. Туннелирование в твердых телах и туннельный микроскоп. Рентгеновская томография и применение магнитного резонанса.

Квантовый эффект Холла. Физика тонких пленок. Физика плазмы и управляемый термоядерный синтез. Современная квантовая оптика. Многофотонные процессы. Самоорганизация в открытых системах вдали от теплового равновесия. Микроскопическая основа самоорганизации. Динамический хаос. Фракталы. Достижения современной биофизики. Нелинейная физика.

#### VIII.4. Физические основы современных технологий.

Гигантский магниторезистивный эффект и накопительные диски. Квантовая телепортация и квантовый компьютер. Нелинейная оптика и фотоника. Волоконно-оптические системы связи, передачи и обработки информации. Квантовая оптика. Приборы нанотехнологий: сканирующий туннельный микроскоп, атомно-силовой микроскоп, ближнепольный оптический микроскоп.

#### VIII.5. История физики и методология современной науки.

Этапы развития физики: античная наука, средние века, Возрождение, классический, неклассический и постнеклассический период. Корпускулярные и континуальные концепции в физике. Концепции близкодействия и дальнего действия. Формирование эмпирической методологии в физике. Аналитические методы и редукционизм в физике. Концепция детерминизма в классической физике. Смена научных парадигм в физике. Теория относительности и проблема целостного описания природы в классической физике. Научная революция в начале XX века. Возникновение квантовой физики. Переход от «физики существующего» к «физике возникающего». Принцип универсального эволюционизма. Современная физическая картина мира.

## IX. Основная и дополнительная литература

### Основная

1. **Д.В.Сивухин. Общий курс физики. В 5 томах.** (РУ)
2. **А.Н.Матвеев. Курс физики. В 4 томах.** (РУ)
3. **И.В.Савельев. Курс физики. В 3 томах.** (МУ)
4. *И.Е.Иродов. Основные законы физики. В 5 томах* (БУ)
5. *И.Е.Иродов. Задачи по общей физике.* (БУ)



6. А.Г.Чертов, А.А.Воробьев. Задачник по физике. (МУ)

#### Дополнительная

1. Берклеевский курс физики. В 5 томах. (БУ)
2. Фейнман, Лейтон, Сэндс. Фейнмановские лекции по физике. В 9 томах. (БУ)
3. **А.В.Астахов, Ю.М.Широков. Курс физики. В 3 томах. (РУ)**
4. Дж.Орир. Физика. (МУ)
5. Сборник задач по общему курсу физики. Под ред. В.А.Овчинкина. В 3 томах. (БУ)
6. **А.С.Жукарев, А.Н.Матвеев, В.К.Петерсон. Задачи повышенной сложности в курсе общей физики. (РУ)**
7. **Дж.Кронин, Д.Гринберг, В.Телегди. Сборник задач по физике с решениями. (РУ)**
8. **С.П.Стрелков, Д.В.Сивухин, В.А.Угаров, И.А.Яковлев. Сборник задач по общему курсу физики. В 4 томах. (РУ)**
9. И.В.Савельев. Сборник вопросов и задач по общей физике. (БУ)
10. **Лабораторный практикум по физике. Под ред. А.Д.Гладуна. В 3 томах. (РУ)**
11. Общая физика. Руководство по лабораторному практикуму. Под ред. И.Б.Крынецкого и Б.А.Струкова. (МУ)
12. Е.В.Фирганг. Руководство к решению задач по курсу общей физики. (БУ)

### **Х. Оценка качества освоения программы дисциплины «Физика»**

10.1 Высшее учебное заведение обеспечивает высокое качество преподавания физики, в том числе путем:

- разработки рабочих программ, учебно-методических комплексов дисциплины «Физика», согласованных с учебно-методическими комиссиями факультетов, выпускающих кафедр;
- разработки объективных процедур оценки уровня знаний, умений, навыков обучающихся, компетенций выпускников;
- обеспечения высокого профессионального уровня профессорско-преподавательского состава, периодического повышения его квалификации с учетом последних достижений в области физики, методики ее преподавания в средней школе и вузе;

- регулярного проведения самообследования по согласованным критериям для оценки деятельности (стратегии) и сопоставления с другими образовательными учреждениями;
- информировании общественности о результатах своей деятельности, планах, инновациях.

10.2 Оценка качества освоения программы дисциплины «Физика» включает текущий контроль успеваемости, промежуточную аттестацию обучающихся и итоговый экзамен по дисциплине. Конкретные формы и процедуры текущего и промежуточного контроля знаний по дисциплине «Физика» разрабатываются вузом самостоятельно и доводятся до сведения обучающихся в начале каждого семестра обучения.

10.3 Для аттестации обучающихся по дисциплине «Физика» используются Федеральные тестовые задания, разработанные Росаккредитацией, а также создаются фонды оценочных средств, включающие типовые задания, контрольные работы, тесты и методы контроля, позволяющие оценить знания, умения и уровень приобретенных компетенций.

10.4 Обучающимся должна быть предоставлена возможность оценивания содержания, организации и качества учебного процесса в целом, а также работы отдельных преподавателей.

