

А. А. Якута

**НОРМАТИВНО-ПРАВОВОЕ
И УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ
ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО
ПРОЦЕССА ПРИ ПРЕПОДАВАНИИ
ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИХ
ДИСЦИПЛИН**

**Учебное пособие
для студентов магистратуры**

Москва
Физический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова
2017

УДК 372.853
ББК 74.48

Учебное издание

Якута Алексей Александрович. **Нормативно-правовое и учебно-методическое обеспечение учебного процесса при преподавании физико-математических дисциплин.** / Учебное пособие для студентов магистратуры. М.: Физический факультет МГУ, 2017. – 76 с.

В пособии содержатся сведения, необходимые для самостоятельной работы студентов физических специальностей магистратуры, продолжающих изучение курс «Общие вопросы методики преподавания физико-математических дисциплин». Пособие подготовлено на основе лекций, читаемых автором для студентов второго курса магистратуры (третий семестр обучения).

В первых двух главах делается краткий обзор основных вопросов нормативно-правового обеспечения образовательного процесса при освоении обучающимися образовательных программ высшего образования. Далее на различных примерах рассматриваются структура и содержание учебной дисциплины на физическом факультете МГУ имени М.В. Ломоносова.

Учебное пособие предназначено студентам магистратуры физических специальностей классических университетов, интересующихся теоретическими и прикладными вопросами методики преподавания физики.

Рецензент: д.ф.-м.н. профессор В. А. Макаров.

Формат 60×90.16 Объем 4,75 печ. л.

© Физический факультет МГУ
имени М.В. Ломоносова, 2017.
© Якута А.А., 2017.

Оглавление

Введение.....	4
Глава 1. Нормативно-правовая база образовательного процесса. Закон «Об образовании в Российской Федерации». Уровни образования. Профессиональные образовательные стандарты.	5
Глава 2. Компетенции. Учет работы обучающихся. Академические часы. Зачетные единицы. Квалификационная работа. Образовательные стандарты МГУ. Программа учебной дисциплины. Структура и содержание программы учебной дисциплины в классическом университете.....	15
Глава 3. Структура и содержание учебной дисциплины на физическом факультете МГУ (на примере избранных разделов общего курса физики). Раздел «Механика». План лекций. Модели и законы. Важнейшие демонстрации. План семинарских занятий. Тематика базовых задач. Физический практикум.	27
Глава 4. Структура и содержание учебной дисциплины на физическом факультете МГУ (на примере избранных разделов общего курса физики). Раздел «Молекулярная физика и термодинамика». План лекций. Модели и законы. План семинарских занятий. Тематика базовых задач. Физический практикум.....	37
Глава 5. Структура и содержание учебной дисциплины на физическом факультете МГУ (на примере избранных разделов общего курса физики). Раздел «Электричество и магнетизм». План лекций. Модели и законы. План семинарских занятий. Тематика базовых задач. Физический практикум.....	46
Глава 6. Структура и содержание учебной дисциплины на физическом факультете МГУ (на примере избранных разделов общего курса физики). Раздел «Оптика». План лекций. Модели и законы. План семинарских занятий. Тематика базовых задач. Физический практикум.	56
Глава 7. Структура и содержание учебной дисциплины на физическом факультете МГУ (на примере избранных разделов общего курса физики). Разделы «Введение в квантовую физику» и «Атомная физика». Планы лекций. Модели и законы. Планы семинарских занятий. Тематика базовых задач. Особенности преподавания некоторых типов дисциплин.	65

Введение

Важной частью курса «Общие вопросы методики преподавания физико-математических дисциплин», читаемого для студентов магистратуры физического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова, являются сведения, касающиеся нормативно-правового и учебно-методического обеспечения учебного процесса.

Основной целью данного пособия является сообщение студентам основных, наиболее важных сведений, содержащихся в федеральном законе «Об образовании в Российской Федерации», в государственных образовательных стандартах и собственных образовательных стандартах МГУ имени М.В. Ломоносова по направлению «Физика», а также формирование общих представлений о структуре и содержании базовых учебных физических дисциплин, преподаваемых студентам бакалавриата физического факультета МГУ.

Лекция 1 посвящена изучению основ нормативной и правовой базы образовательного процесса. Кратко рассматриваются основные положения закона «Об образовании в Российской Федерации» и некоторые вводимые в нем понятия – в том числе, уровни образования и профессиональные образовательные стандарты.

Лекция 2 посвящена обсуждению вопросов компетенций, учета академических достижений обучающихся (академические часы, зачетные единицы), понятию квалификационной работы. Рассматривается образовательный стандарт МГУ, структура и содержание программы учебной дисциплины в классическом университете.

Лекции 3 – 6 посвящены структуре и содержанию учебной дисциплины на физическом факультете МГУ. Рассмотрение ведется на примерах разделов общего курса физики – «Механика», «Молекулярная физика и термодинамика», «Электричество и магнетизм», «Оптика». Обсуждаются планы лекций, основные изучаемые модели и законы, важнейшие лекционные демонстрации, планы семинарских занятий, базовые теоретические задачи, соответствующие разделы физического практикума.

Лекция 7 посвящена структуре и содержанию учебных дисциплин «Введение в квантовую физику» и «Атомная физика». Также кратко рассматриваются особенности преподавания математических дисциплин, дисциплин теоретического курса физики и специальных курсов в бакалавриате физико-математического направления классических университетов.

Глава 1.

Нормативно-правовая база образовательного процесса.

Закон «Об образовании в Российской Федерации».

Уровни образования.

Профессиональные образовательные стандарты.

§1. Закон «Об образовании в Российской Федерации» как основа нормативно-правовой базы образовательного процесса.

Образовательный стандарт МГУ по направлению подготовки «Физика» (стандарт подготовки магистров) предусматривает, что выпускники должны обладать профессиональной компетенцией, необходимой для ведения преподавательской работы в школе. Для этого выпускники должны быть знакомы с нормативно-правовой базой образовательного процесса, уметь разбираться в соответствующих юридических документах. Отметим, что наличие таких знаний и навыков, само по себе, также находится в соответствии с упомянутым образовательным стандартом, который требует от выпускников магистратуры «владение основными юридическими понятиями, навыками понимания юридического текста; умение использовать нормативные правовые документы в своей профессиональной деятельности; способность использовать правовые знания для защиты своих гражданских интересов и прав». В связи с этим рассмотрим основные вопросы, связанные с «юридическим обеспечением» учебного процесса.

Прежде всего, отметим, что право на образование (одно из прав человека) гарантируется статьей 43 Конституции Российской Федерации. Вопросы образования, согласно Конституции, находятся в совместном ведении Российской Федерации и её субъектов. Это означает, что частично вопросы образования регулируются на федеральном уровне, а частично – на уровне субъектов РФ. В настоящее время основным нормативным правовым актом, который регулирует отношения в области образования в нашей стране, является Федеральный закон от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» (с многочисленными изменениями и дополнениями).

Сделаем небольшое юридическое отступление от основной темы лекции.

Нормативный правовой акт – это основной, доминирующий источник права, который принимается только уполномоченными государственными органами в пределах их компетенции, имеет определённый вид и облечён в документальную форму. Нормативные правовые акты подразделяются на законы и подзаконные правовые акты.

Закон – это нормативный правовой акт, обладающий высшей юридической силой и регулирующий наиболее важные общественные отношения. Он принимается в особом порядке либо высшим представительным органом гос-

ударственной власти (Федеральным собранием РФ), либо непосредственно народом (на референдуме).

Подзаконный правовой акт – это нормативный правовой акт, который принимается органами государственной власти в пределах их компетенции, как правило, на основании законов, и всегда в соответствии с законами. Примерами подзаконных правовых актов являются указы Президента РФ, постановления Правительства России, различные приказы, инструкции, положения (и т.п.) федеральных министерств и ведомств, акты органов местного самоуправления. Характерной особенностью данных документов является установление ими норм права (например, указ Президента о награждении граждан государственными наградами не является нормативным правовым актом).

В России установлена следующая иерархия нормативных правовых актов (в порядке убывания их юридической силы):

- 1) Конституция Российской Федерации.
- 2) Международные договоры и соглашения РФ, а также общепризнанные принципы и нормы международного права.
- 3) Федеральные законы (в том числе Кодексы).
- 4) Федеральные подзаконные правовые акты:
 - указы Президента России;
 - постановления Правительства России;
 - акты федеральных органов исполнительной власти (министерств, федеральных служб) и иных федеральных органов власти РФ (Центральный Банк РФ, Генеральная прокуратура РФ и т.п.).
- 5) Законы субъектов федерации.
- 6) Подзаконные правовые акты субъектов федерации.
- 7) Решения муниципального образования (на местном уровне).

При этом нормативные правовые акты субъектов Российской Федерации иногда могут иметь высшую юридическую силу по отношению к законам Российской Федерации. Так бывает, если эти акты издаются вне пределов ведения Российской Федерации или совместного ведения Российской Федерации и субъектов Российской Федерации.

Из сказанного вытекают следующие выводы.

1) Вопросы образования в целом регулируются федеральным законом «Об образовании в Российской Федерации», который (как и все федеральные законы) является нормативным правовым документом прямого действия – то есть требования этого закона в области образования обязательны для всеобщего исполнения, и не могут быть отменены или изменены какими-либо органами государственной власти или образовательными организациями.

2) Ряд вопросов в области образования отнесены федеральным законом к компетенции Правительства России и Министерства образования и науки РФ. По этим вопросам Правительством издаются соответствующие постановления, а министерством – приказы.

3) Часть вопросов в области образования находится в совместном ведении субъектов РФ, либо в их полном ведении. Для регулирования таких вопросов могут быть приняты законы субъектов РФ, либо иные подзаконные правовые акты (приказы органов управления образованием субъектов РФ). Эти документы не могут противоречить вышеупомянутому федеральному закону.

4) Решение некоторых вопросов в области образования делегировано образовательным организациям, и осуществляется путем принятия Уставов образовательных организаций, а также внутренних локальных актов (положений, правил, приказов, распоряжений и т.п.). Эти документы также не могут противоречить федеральному закону «Об образовании в Российской Федерации», а также принятым на его основе подзаконным правовым актам федерального и регионального уровней.

Сделаем краткий обзор структуры закона «Об образовании в Российской Федерации», остановившись чуть подробнее на тех местах, которые наиболее важны с практической точки зрения основных участников образовательного процесса – обучающихся и преподавателей.

Глава 1 закона посвящена общим положениям и юридическому определению основных понятий, используемых в тексте закона. Описываются основные принципы государственной политики и правового регулирования отношений в сфере образования; государственные гарантии реализации права на образование; определяются полномочия федеральных органов государственной власти в сфере образования и полномочия, переданные для осуществления органам государственной власти субъектов Российской Федерации; полномочия органов государственной власти субъектов Российской Федерации в сфере образования, а также аналогичные полномочия органов местного самоуправления муниципальных районов и городских округов.

Из наиболее важных для нас положений первой главы следует отметить такие принципы, как светский характер образования в государственных, муниципальных организациях, гуманистический характер образования, приоритет жизни и здоровья человека, прав и свобод личности, свободного развития личности.

Законом предусмотрена общедоступность и бесплатность в соответствии с федеральными государственными образовательными стандартами дошкольного, начального общего, основного общего и среднего общего образования, среднего профессионального образования, а также на конкурсной основе бесплатность высшего образования, если образование данного уровня гражданин получает впервые.

Также указано, что законодательство об образовании в отношении Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова, Санкт-Петербургского государственного университета (СПбГУ), а также ряда других образовательных организаций, применяется с учетом особенностей, установленных специальными федеральными законами. (Именно наличие таких

законов позволяет МГУ обучать студентов в соответствии с самостоятельно устанавливаемыми образовательными стандартами.)

Глава 2 закона посвящена описанию системы российского образования. Описывается структура системы образования; образовательные стандарты и программы; требования к их реализации и возможные формы их реализации, возможные формы получения образования и обучения. Устанавливаются требования к языку образования, к научно-методическому и ресурсному обеспечению системы образования.

В соответствии с данной главой, образование в РФ подразделяется на общее образование, профессиональное образование, дополнительное образование и непрерывное образование (профессиональное обучение, обеспечивающие возможность реализации права на образование в течение всей жизни). Общее образование и профессиональное образование реализуются по следующим уровням образования.

Уровни общего образования: 1) дошкольное; 2) начальное общее; 3) основное общее; 4) среднее общее.

Уровни профессионального образования: 1) среднее; 2) высшее – бакалавриат; 3) высшее – специалитет, магистратура; 4) высшее – подготовка кадров высшей квалификации.

Дополнительное образование делится на образование детей, взрослых, и дополнительное профессиональное образование.

Глава 3 закона посвящена лицам, осуществляющим образовательную деятельность (юридические лица и индивидуальные предприниматели). Глава регулирует создание, реорганизацию, ликвидацию образовательных организаций; определяет типы образовательных организаций; определяет особые права МГУ имени М.В. Ломоносова и СПбГУ; вводит категории образовательных организаций высшего образования; формулирует требования к уставу образовательной организации и к порядку управления ею; описывает возможную структуру, компетенцию, права, обязанности и ответственность образовательной организации; требования к ее локальным нормативным актам.

В частности, этой главой установлено, что МГУ имени М.В. Ломоносова и СПбГУ являются ведущими классическими университетами Российской Федерации. Также введены категории «федеральный университет» и «национальный исследовательский университет».

Глава 4 закона посвящена обучающимся и их родителям (законным представителям). Определены категории обучающихся; сформулированы их основные права, меры социальной поддержки и стимулирования (включая порядок пользования учебниками, пособиями, средствами обучения); порядок получения стипендий и других денежных выплат; организации питания и обеспечения форменной одеждой; предоставления помещений в общежитиях; транспортного обеспечения; охраны здоровья и медицинско-социальной помощи. Также определены обязанности и ответственность обучающихся; права, обязанности и ответственность родителей несовершеннолетних обучающихся; способы защиты прав обучающихся и родителей.

Здесь следует отметить наиболее важные для нас (как для преподавателей) права и гарантии обучающихся и их родителей. Для обучающихся это права на уважение человеческого достоинства, защиту от всех форм физического и психического насилия, оскорбления личности, охрану жизни и здоровья; обжалование актов образовательной организации в установленном законодательством Российской Федерации порядке; совмещение получения образования с работой без ущерба для освоения образовательной программы; посещение по своему выбору мероприятий, которые не предусмотрены учебным планом; запрет на принуждение обучающихся к вступлению в общественные организации и политические партии.

При этом обучающиеся обязаны добросовестно осваивать образовательную программу, посещать предусмотренные учебным планом учебные занятия, осуществлять самостоятельную подготовку к занятиям, выполнять задания, данные педагогическими работниками в рамках образовательной программы; выполнять требования устава образовательной организации, правил внутреннего распорядка и иных локальных нормативных актов; уважать честь и достоинство других обучающихся и работников образовательной организации. За невыполнение этих и ряда других обязанностей к обучающимся могут быть применены меры дисциплинарного взыскания – замечание, выговор, отчисление из образовательной организации.

Что касается родителей несовершеннолетних обучающихся, то они имеют преимущественное право на обучение и воспитание своих детей перед всеми другими лицами. Они также имеют право защищать права и законные интересы обучающихся. В частности, родители (и сами обучающиеся!) могут направлять обращения в образовательную организацию, в вышестоящие органы управления образованием всех уровней, и использовать иные способы защиты прав и законных интересов, не запрещенные законодательством Российской Федерации.

Глава 5 закона посвящена педагогическим и иным работникам образовательных организаций. В ней определяется правовой статус педагогических работников, их права и свободы, обязанности, ответственность и порядок прохождения аттестации. Также определен статус научных, руководящих и иных работников образовательных организаций.

В частности, педагогическим работникам гарантируются:

- свобода преподавания, свободное выражение своего мнения, свобода от вмешательства в профессиональную деятельность;
- свобода выбора и использования педагогически обоснованных форм, средств, методов обучения и воспитания;
- право на творческую инициативу, разработку и применение авторских программ и методов обучения и воспитания в пределах реализуемой образовательной программы, отдельного учебного предмета, курса, дисциплины (модуля);

- право на выбор учебников, учебных пособий, материалов и иных средств обучения и воспитания в соответствии с образовательной программой и в порядке, установленном законодательством об образовании;

- право на участие в разработке образовательных программ, в том числе учебных планов, календарных учебных графиков, рабочих планов учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей), методических материалов и иных компонентов образовательных программ;

- право на осуществление научной, научно-технической, творческой, исследовательской деятельности, участие в экспериментальной и международной деятельности, разработках и во внедрении инноваций.

При этом педагогические работники **обязаны:**

- осуществлять свою деятельность на высоком профессиональном уровне, обеспечивать в полном объеме реализацию преподаваемых учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей) в соответствии с утвержденной рабочей программой;

- соблюдать правовые, нравственные и этические нормы, следовать требованиям профессиональной этики;

- уважать честь и достоинство обучающихся и других участников образовательных отношений;

- развивать у обучающихся познавательную активность, самостоятельность, инициативу, творческие способности, формировать гражданскую позицию, способность к труду и жизни в условиях современного мира, формировать у обучающихся культуру здорового и безопасного образа жизни;

- применять педагогически обоснованные и обеспечивающие высокое качество образования формы, методы обучения и воспитания;

- учитывать особенности психофизического развития обучающихся и состояние их здоровья, соблюдать специальные условия, необходимые для получения образования лицами с ограниченными возможностями здоровья, взаимодействовать при необходимости с медицинскими организациями;

- систематически повышать свой профессиональный уровень.

Глава 6 закона определяет основания возникновения, изменения и прекращения образовательных отношений. Формулируются общие требования к приему на обучение, определяется порядок изменения образовательных отношений, вводятся и раскрываются понятия промежуточной и итоговой аттестации, приводится перечень документов об образовании, квалификации и обучении.

В частности, устанавливается, что освоение образовательной программы, в том числе отдельной части или всего объема учебного предмета, курса, дисциплины (модуля) образовательной программы, сопровождается промежуточной аттестацией обучающихся, проводимой в формах, определенных учебным планом, и в порядке, установленном образовательной организацией. Неудовлетворительные результаты промежуточной аттестации по одному или нескольким учебным предметам, курсам, дисциплинам (модулям) образовательной программы или непрохождение промежуточной аттестации при

отсутствии уважительных причин признаются академической задолженностью.

Глава 7 закона посвящена правоотношениям в сфере общего образования – по этой причине мы не будем подробно на ней останавливаться.

Глава 8 закона посвящена профессиональному образованию (среднему и высшему). Для нас наибольший интерес представляют статьи закона, в которых идет речь о высшем профессиональном образовании. В них закрепляются основные положения, касающиеся освоения различных образовательных программ высшего образования; устанавливаются общие требования к организации приема на обучение по программам бакалавриата и программам специалитета, в том числе – особые права при приеме на обучение.

В частности, установлено, что МГУ имени М.В. Ломоносова и СПбГУ вправе проводить дополнительные вступительные испытания профильной направленности при приеме на обучение по программам бакалавриата и программам специалитета по специальностям и (или) направлениям подготовки, определяемым МГУ и СПбГУ.

Остальные главы закона регулируют ряд важных для функционирования системы образования вопросов, которые, однако, не связаны непосредственно с тематикой нашего курса. Поэтому мы кратко сообщим о том, чему эти главы посвящены.

Глава 9 закона посвящена профессиональному обучению (оно направлено на приобретение лицами различного возраста профессиональной компетенции, в том числе для работы с конкретным оборудованием, технологиями, аппаратно-программными и иными профессиональными средствами, получение указанными лицами квалификационных разрядов, классов, категорий по профессии рабочего или должности служащего без изменения уровня образования).

Глава 10 закона посвящена дополнительному образованию (детей, взрослых и профессиональному).

Глава 11 закона регулирует особенности реализации некоторых видов образовательных программ и получения образования отдельными категориями обучающихся. В ней описываются особенности и общие правила организации и проведения олимпиад для обучающихся, проявивших выдающиеся способности; получение образования в российских образовательных организациях иностранными гражданами и лицами без гражданства; обучающимися с ограниченными возможностями здоровья; некоторых других категорий граждан. Регламентируются особенности реализации некоторых образовательных программ (в области медицины, искусств, физкультуры и спорта, религиозного образования и др.)

Глава 12 закона устанавливает порядок управления системой образования и регламентации образовательной деятельности. В частности, описывается порядок лицензирования и государственной аккредитации образовательной деятельности; осуществления государственного контроля (надзора) в сфере образования; порядок независимой оценки качества образования (каче-

ства образовательной деятельности организации и качества подготовки обучающихся.

Глава 13 закона посвящена экономической деятельности и финансовому обеспечению в сфере образования. Вводится понятие государственных и муниципальных услуг в сфере образования (весьма спорное с точки зрения педагогического сообщества). Закладываются законодательные основы материально-финансового обеспечения функционирования системы образования.

Глава 14 закона посвящена международному сотрудничеству в сфере образования. Определяются формы и направления международного сотрудничества; общие принципы признания российских документов об образовании в иностранных государствах и признания в Российской Федерации иностранных документов об образовании или о квалификации.

Глава 15 закона содержит заключительные положения, завершающие этот юридический документ. В частности, признаются утратившими силу многие законодательные акты СССР, РСФСР и ранее действовавшие законодательные акты РФ.

Рассмотрев общую структуру Федерального закона «Об образовании в Российской Федерации», перейдем к более подробному обсуждению ряда важных понятий, вводимых этим законом, применительно к проблематике нашего курса.

§2. Структура системы образования. Уровни образования. Профессиональные образовательные стандарты.

Рассмотрим более подробно главу 2 закона «Об образовании в Российской Федерации». Статья 10 этого закона определяет структуру системы образования.

В частности, устанавливается, что образование подразделяется на общее образование, профессиональное образование, дополнительное образование и профессиональное обучение (непрерывное образование). Общее образование и профессиональное образование реализуются по уровням образования. При этом устанавливаются следующие уровни профессионального образования:

- 1) среднее профессиональное образование;
- 2) высшее образование – бакалавриат;
- 3) высшее образование – специалитет, магистратура;
- 4) высшее образование – подготовка кадров высшей квалификации (аспирантура).

Далее, в статье 69 закона определяется, что высшее образование имеет целью обеспечение подготовки высококвалифицированных кадров по всем основным направлениям общественно полезной деятельности в соответствии с потребностями общества и государства, удовлетворение потребностей личности в интеллектуальном, культурном и нравственном развитии, углублении и расширении образования, научно-педагогической квалификации.

К освоению программ бакалавриата или программ специалитета допускаются лица, имеющие среднее общее образование. К освоению программ магистратуры допускаются лица, имеющие высшее образование любого уровня. Освоение впервые следующей образовательной программы высшего образования не является получением второго или последующего высшего образования.

Согласно той же статье 10 закона, система образования, помимо прочего, включает в себя федеральные государственные образовательные стандарты и федеральные государственные требования, образовательные стандарты, образовательные программы различных вида, уровня и (или) направленности. Эти стандарты (требования) обеспечивают:

- 1) единство образовательного пространства Российской Федерации;
- 2) преемственность основных образовательных программ;
- 3) вариативность содержания образовательных программ соответствующего уровня образования, возможность формирования образовательных программ различных уровня сложности и направленности с учетом образовательных потребностей и способностей обучающихся;
- 4) государственные гарантии уровня и качества образования на основе единства обязательных требований к условиям реализации основных образовательных программ и результатам их освоения.

Стандарты являются основой объективной оценки соответствия установленным требованиям образовательной деятельности и подготовки обучающихся, освоивших образовательные программы соответствующего уровня и соответствующей направленности, независимо от формы получения образования и формы обучения.

Стандарты включают в себя требования к:

- 1) структуре основных образовательных программ и их объему;
- 2) условиям реализации основных образовательных программ, в том числе кадровым, финансовым, материально-техническим и иным условиям;
- 3) результатам освоения основных образовательных программ.

Стандартами устанавливаются сроки получения общего образования и профессионального образования с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий обучающихся.

Стандарты профессионального образования могут разрабатываться по профессиям, специальностям и направлениям подготовки по соответствующим уровням профессионального образования.

Порядок разработки, утверждения федеральных государственных образовательных стандартов и внесения в них изменений устанавливается Правительством Российской Федерации.

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Санкт-Петербургский государственный университет, образовательные организации высшего образования, в отношении которых установлена категория «федеральный университет» или «национальный исследовательский университет», а также федеральные государственные образовательные организации

высшего образования, перечень которых утверждается указом Президента Российской Федерации, вправе разрабатывать и утверждать самостоятельно образовательные стандарты по всем уровням высшего образования. Требования к условиям реализации и результатам освоения образовательных программ высшего образования, включенные в такие образовательные стандарты, не могут быть ниже соответствующих требований федеральных государственных образовательных стандартов.

Рекомендованная литература.

1. Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» от 29.12.2012 № 273-ФЗ – официальный сайт компании «КонсультантПлюс», http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_140174 (в редакции Федеральных законов от 07.05.2013 № 99-ФЗ, от 07.06.2013 № 120-ФЗ, от 02.07.2013 № 170-ФЗ, от 23.07.2013 № 203-ФЗ, от 25.11.2013 № 317-ФЗ, от 03.02.2014 № 11-ФЗ, от 03.02.2014 № 15-ФЗ, от 05.05.2014 № 84-ФЗ, от 27.05.2014 № 135-ФЗ, от 04.06.2014 № 145-ФЗ, от 04.06.2014 № 148-ФЗ, от 28.06.2014 № 182-ФЗ, от 21.07.2014 № 216-ФЗ, от 21.07.2014 № 256-ФЗ, от 21.07.2014 № 262-ФЗ, от 31.12.2014 № 489-ФЗ, от 31.12.2014 № 500-ФЗ, от 31.12.2014 № 519-ФЗ, от 02.05.2015 № 122-ФЗ, от 29.06.2015 № 160-ФЗ, от 29.06.2015 № 198-ФЗ, от 13.07.2015 № 213-ФЗ, от 13.07.2015 № 238-ФЗ, от 14.12.2015 № 370-ФЗ, от 29.12.2015 № 388-ФЗ, от 29.12.2015 № 389-ФЗ, от 29.12.2015 № 404-ФЗ, от 30.12.2015 № 452-ФЗ, от 30.12.2015 № 458-ФЗ, от 02.03.2016 № 46-ФЗ, от 02.06.2016 № 165-ФЗ, от 02.06.2016 № 166-ФЗ, от 03.07.2016 № 227-ФЗ, от 03.07.2016 № 286-ФЗ, от 03.07.2016 № 290-ФЗ, от 03.07.2016 № 305-ФЗ, от 03.07.2016 № 306-ФЗ, от 03.07.2016 № 312-ФЗ, от 03.07.2016 № 313-ФЗ, от 03.07.2016 № 359-ФЗ, от 01.05.2017 № 93-ФЗ, с изменениями, внесенными Федеральным законом от 06.04.2015 № 68-ФЗ (редакция 19.12.2016), Постановлением Конституционного Суда РФ от 05.07.2017 № 18-П).

Глава 2.

Компетенции. Учет работы обучающихся.

Академические часы. Зачетные единицы.

Квалификационная работа. Образовательные стандарты МГУ. Программа учебной дисциплины. Структура и содержание программы учебной дисциплины в классическом университете.

§1. Компетенции. Учет работы обучающихся. Академические часы. Зачетные единицы. Квалификационная работа.

Рассмотрим общую структуру федерального государственного образовательного стандарта (ФГОС) и ряд основных понятий, используемых в нем.

ФГОС утверждается и вводится в действие приказом Министерства образования и науки России. В настоящее время действуют ФГОС по направлениям подготовки бакалавров, специалистов и магистров. Все эти стандарты имеют единую структуру. Прежде всего, определяются область применения стандарта и используемые в его тексте сокращения. Далее даются общая характеристика направления подготовки (специальности), а также профессиональной деятельности выпускников, освоивших данную программу подготовки. Приводятся требования к результатам освоения, к структуре и к условиям реализации программы.

Требования к результатам освоения профессиональной образовательной программы в стандарте принято формулировать в терминах *компетенций*.

Компетенция (от лат. «*competere*» – соответствовать, подходить) – способность применять знания, умения, успешно действовать на основе практического опыта при решении задач общего рода, а также в определенной профессиональной области.

В ФГОС выделяют следующие виды компетенций: общекультурные, общепрофессиональные и профессиональные. Мы более подробно рассмотрим содержание компетенций чуть позже, когда будем говорить об образовательных стандартах МГУ (отметим, что в этих стандартах компетенции именуются несколько иначе).

С целью осуществления контроля за ходом освоения образовательной программы образовательная организация должна проводить учет работы обучающихся. Для этого необходима формализация данного процесса. Существуют два основных способа такой формализации.

Первый способ – подсчет числа академических часов, затрачиваемых обучающимися в ходе освоения образовательной программы. Продолжительность одного академического часа – 45 минут. При подсчетах отдельно выделяют так называемые аудиторные академические часы (то есть часы, проведенные обучающимися непосредственно в аудиториях и лабораториях образовательной организации) и часы самостоятельной работы (внеаудиторные

часы). Принято считать, что самостоятельная работа обучающихся должна занимать от 30 до 50% общей часовой нагрузки (классическим является соотношение 1 : 1 аудиторных и внеаудиторных часов). Способ учета работы обучающихся путем подсчета академических часов широко распространен в средней школе.

В высшей школе, согласно действующим редакциям ФГОС, работу обучающихся необходимо учитывать в зачетных единицах трудоемкости («З.Е.Т.») – для краткости ее часто называют просто «зачетной единицей».

Зачетная единица трудоемкости (зачетная единица) – единица измерения трудоемкости учебной работы и других мероприятий образовательной программы или учебного плана. Обычно 1 зачетная единица эквивалентна 36 академическим часам, что соответствует половине стандартной продолжительности семестрового специального курса (18 учебных недель, 2 аудиторных и 2 внеаудиторных часа в неделю).

Отечественная практика учета трудоемкости освоения образовательной программы путем подсчета зачетных единиц имеет корни в европейской системе кредитов (ECTS – «European Credit Transfer System»). Зачетные единицы, как и кредиты, характеризуют не качество знаний обучающихся, а продолжительность изучаемых ими элементов образовательной программы (отдельных курсов, практик и т.п.).

Общая трудоемкость различных образовательных программ при очной форме обучения, как правило, составляет: для бакалавриата – 240 зачетных единиц; для магистратуры – 120 зачетных единиц; для специалитета – 300 зачетных единиц. В этой трудоемкости учитываются все необходимые виды занятий – аудиторные, практические, самостоятельные занятия, лабораторные работы, практики, различные формы текущей, промежуточной и итоговой аттестации. Трудоемкость одного учебного года при очной форме обучения, как правило, составляет 60 зачетных единиц.

Освоение образовательной программы завершается итоговой аттестацией, которая включает в себя обязательную защиту выпускной квалификационной работы. Итоговая аттестация может также содержать сдачу государственного экзамена (если образовательная организация включила такой экзамен в состав государственной итоговой аттестации).

Выпускная квалификационная работа (или, как ее часто называют, дипломная работа) готовится в соответствии с требованиями, которые образовательная организация устанавливает самостоятельно. Как правило, такая работа состоит из введения (содержащего постановку задачи исследования), обзора литературы и состояния исследуемой проблемы, основной части (в которой приводится описание подхода к решению поставленной задачи), заключения (в котором формулируются результаты работы и выводы), списка использованных источников информации. Защита выпускной квалификационной работы происходит на заседании аттестационной или экзаменационной (название зависит от требований действующего законодательства) комиссии.

§2. Образовательные стандарты МГУ по направлению подготовки «Физика».

Перейдем к более подробному рассмотрению образовательных стандартов МГУ по направлению «Физика» – именно в соответствии с ними происходит обучение студентов физического факультета МГУ. Как уже отмечалось, МГУ имени М.В. Ломоносова вправе разрабатывать и самостоятельно утверждать образовательные стандарты по всем уровням высшего образования при условии, что требования к условиям реализации и результатам освоения образовательных программ, включенные в такие стандарты, будут не ниже соответствующих требований ФГОС. На практике это означает, что указанные требования, содержащиеся в собственных образовательных стандартах МГУ, должны быть выше, чем в ФГОС, т.к. в противном случае принятие собственных стандартов теряет смысл.

Московский университет воспользовался предоставленным ему правом. В 2011 году были разработаны и введены в действие два образовательных стандарта по направлению подготовки «Физика». Первый из них – так называемый стандарт подготовки «интегрированных магистров» (подготовка бакалавров с последующим непрерывным переходом к подготовке магистров). Второй – «классический» стандарт подготовки магистров. Поскольку абсолютное большинство студентов физического факультета МГУ обучается в соответствии с первым стандартом, мы рассмотрим именно его.

Полное официальное наименование этого стандарта такое: «Образовательный стандарт, самостоятельно устанавливаемый Московским государственным университетом имени М.В.Ломоносова для реализуемых образовательных программ высшего профессионального образования по направлению подготовки “Физика”. Уровни высшего профессионального образования: бакалавриат с присвоением квалификации (степени) “бакалавр”; магистратура с присвоением квалификации (степени) “магистр”.»

Структура этого стандарта в целом соответствует структуре ФГОС, установленной Минобрнауки России.

Прежде всего, в тексте стандарта формулируется область его применения: «Образовательный стандарт МГУ представляет собой совокупность требований, обязательных при реализации *в непрерывном режиме* основных образовательных программ высшего профессионального образования бакалавриата и основных образовательных программ высшего профессионального образования магистратуры». Далее перечисляются нормативно-правовые документы, которые легли в основу формирования данного стандарта. Затем устанавливаются сроки освоения образовательной программы (бакалавриат – 4 года, магистратура – 2 года) и трудоемкости соответствующих образовательных программ (240 и 120 зачетных единиц, соответственно).

Устанавливается, что в рамках данного направления подготовки основные образовательные программы бакалавриата и магистратуры могут быть реализованы *по профилям подготовки*, которые соотносятся с соответству-

ющим набором компетенций. Решение об открытии профилей подготовки бакалавров или магистров принимается Ученым советом МГУ. Профили подготовки формируются в рамках вариативной части соответствующей образовательной программы и включают в себя, в частности, набор специализированных компетенций и перечень обязательных специализированных дисциплин (модулей), изучение которых обеспечивает приобретение обучающимися необходимых специализированных компетенций. Наименование профиля подготовки указывается в документах о соответствующем уровне образования, выдаваемых выпускникам МГУ.

Далее формулируются требования к результатам освоения интегрированной подготовки по направлению подготовки «Физика». Эти требования делятся на две группы – общие требования к выпускнику и требования к компетенциям выпускника.

Согласно общим требованиям выпускник должен:

1) обладать профессиональными и личностными качествами, которые обеспечивают востребованность и конкурентоспособность на рынке труда и широкие возможности самореализации, в том числе в новейших областях знаний, наиболее значимых сферах профессиональной деятельности и общественной жизни;

2) стремиться к продолжению образования и самообразованию в течение всей жизни, максимально продуктивно использовать свой творческий потенциал в интересах личности, общества и государства;

3) сознавать ответственность за результаты своей профессиональной и научной деятельности перед страной и человечеством, обладать активной гражданской позицией, основанной на демократических убеждениях и гуманистических ценностях;

4) уметь обосновывать и отстаивать свою позицию, активно реализовывать собственные решения и идеи;

5) в своем поведении руководствоваться нравственными и этическими нормами, основанными на толерантности, стремлении к сотрудничеству, укреплении взаимопонимания между представителями различных социальных групп, мировоззренческих позиций, национальных культур;

6) испытывать обоснованную гордость за свою принадлежность к одному из лучших учебных заведений, демонстрировать приверженность традициям и духовным ценностям Московского университета, осознавать себя достойным продолжателем его научных школ;

7) быть способным творчески реализовываться в широкой сфере профессиональной деятельности, сознавать социальную значимость своей профессии, обладать высокой мотивацией исполнения профессиональных обязанностей, ответственным отношением к делу, развитым чувством гражданского и профессионального долга;

8) уметь порождать новые идеи, расширять сферу собственной компетентности, вырабатывать оптимальные стратегии своей деятельности, быть готовым решать проблемы в новых и нестандартных профессиональных и

жизненных ситуациях с учетом социальной и этической ответственности за принимаемые решения.

Далее в стандарте перечисляются необходимые компетенции выпускника. Отметим, что по сравнению с ФГОС, в котором установлены три вида компетенций (общекультурные, общепрофессиональные и профессиональные), образовательный стандарт МГУ делит компетенции на ***универсальные, профессиональные и специализированные.***

Универсальные компетенции, в свою очередь, делятся на общенаучные, инструментальные и системные.

К универсальным общенаучным компетенциям относятся:

1) обладание знаниями о предмете и объектах изучения, методах исследования, современных концепциях, достижениях и ограничениях естественных наук; владение основами методологии научного познания; умение, используя междисциплинарные системные связи наук, самостоятельно выделять и решать основные мировоззренческие и методологические естественнаучные и социальные проблемы;

2) способность анализировать и оценивать философские проблемы при решении социальных и профессиональных задач;

3) владение основами исторических знаний, понимание движущих сил и закономерностей исторического процесса, места человека в историческом процессе, политической организации общества;

4) владение методологией научных исследований в профессиональной области;

5) способность создавать математические модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные математические результаты, владение знаниями об ограничениях и границах применимости моделей; способность использовать в профессиональной деятельности базовые знания в области физики;

6) владение фундаментальными разделами математики, необходимыми для решения научно-исследовательских и практических задач в профессиональной области.

К универсальным инструментальным компетенциям относятся:

1) владение нормами русского литературного языка и функциональными стилями речи; способность демонстрировать в речевом общении личную и профессиональную культуру, духовно-нравственные убеждения; умение ставить и решать коммуникативные задачи во всех сферах общения, управлять процессами информационного обмена в различных коммуникативных средах;

2) владение иностранным языком в устной и письменной форме для осуществления коммуникации в учебной, научной, профессиональной и социально-культурной сферах общения не ниже уровня B2 по общеевропейской шкале уровней владения иностранными языками CEFR (самодостаточное владение, пороговый продвинутый уровень); владение терминологией специальности на иностранном языке; умение готовить публикации, прово-

дить презентации, вести дискуссии и защищать представленную работу на иностранном языке;

3) владение навыками использования программных средств и работы в компьютерных сетях, использования ресурсов Интернет; владение основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации;

4) способность использовать современную вычислительную технику и специализированное программное обеспечение в научно-исследовательской работе;

5) владение основными юридическими понятиями, навыками понимания юридического текста; умение использовать нормативные правовые документы в своей профессиональной деятельности; способность использовать правовые знания для защиты своих гражданских интересов и прав;

6) способность использовать полученные экономические знания в контексте своей социальной и профессиональной деятельности;

7) владение основными методами защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий;

8) владение средствами самостоятельного, методически правильного использования методов физического воспитания и укрепления здоровья, готовность к достижению должного уровня физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности;

К универсальным системным компетенциям относятся:

1) способность к творчеству, порождению инновационных идей, выдвижению самостоятельных гипотез;

2) способность к поиску, критическому анализу, обобщению и систематизации научной информации, к постановке целей исследования и выбору оптимальных путей и методов их достижения;

3) способность к самостоятельному обучению и разработке новых методов исследования, к изменению научного и научно-производственного профиля деятельности; к инновационной научно-образовательной деятельности;

К профессиональным компетенциям относятся:

1) самостоятельное приобретение и использование в практической деятельности новых знаний и умений, в том числе в новых областях, непосредственно не связанных со сферой деятельности;

2) владение современными профессиональными знаниями в области физики, математики, современных информационных технологий, компьютерных сетей, программных продуктов и ресурсов интернета и использование их для решения задач профессиональной деятельности;

3) способность самостоятельно ставить и решать научные физические задачи с помощью современной аппаратуры, оборудования и информационных технологий с учётом отечественного и зарубежного опыта;

4) работа в коллективе исследователей, в том числе над междисциплинарными и инновационными проектами, в качестве руководителя подразделения

или исследовательской группы; постановка целей работы и конкретных научных задач, организация и планирование исследований, принятие решений, обучение сотрудников, организация работы коллектива;

5) способность и готовность применять на практике навыки составления и оформления научно-технической документации, научных отчётов, обзоров, докладов и статей;

6) ведение профессиональной деятельности с учетом социальных, этических и природоохранных аспектов;

7) знание процессов обучения и воспитания, их психологических основ, воспитательных и образовательных систем прошлого и настоящего, методов педагогических исследований, путей совершенствования мастерства учителя и способов самосовершенствования, дидактики физики, содержания и структуры школьных учебных планов, программ и учебников по физике, связей школьных разделов физики с соответствующими вузовскими дисциплинами, методов и приёмов составления задач, упражнений и тестов, требований к уровню подготовки учащихся по физике, частных методик школьных курсов, различных подходов к изучению основных тем школьного курса, новых технологий обучения, методов формирования навыков самостоятельной работы и развития творческих способностей и логического мышления учащихся, истории и методологии физики; умение проектировать, конструировать, организовывать и анализировать педагогическую деятельность, обеспечивать последовательность изложения материала и междисциплинарные связи физики с другими дисциплинами, ясно и логично излагать содержание нового материала, анализировать учебную и учебно-методическую литературу и использовать ее для построения собственного изложения материала, применять методы оценки знаний учащихся и вносить соответствующие коррективы в процесс обучения, создавать и поддерживать благоприятную учебную среду, развивать интерес учащихся и мотивацию обучения, формировать и поддерживать обратную связь.

Что касается **специализированных компетенций**, то они, согласно стандарту, указываются в Реестре профилей, по которым реализуются основные образовательные программы бакалавриата и магистратуры.

Далее в стандарте дается описание структуры основных образовательных программ по направлению подготовки «Физика». В эту структуру входят четыре основных части: 1) базовая часть; 2) вариативная часть; 3) практики и научно-исследовательская работа; 4) итоговая государственная аттестация.

Учебные элементы ООП	Трудоёмкость, з.е.	Формируемые компетенции
БАЗОВАЯ ЧАСТЬ ООП		
Блок общекультурной подготовки	45-51	ОНК-2, ОНК-3, ОНК-4, ИК-1, ИК-2, ИК-5, ИК-6, ИК-7, ИК-8, ПК-1
<i>Модуль «История»</i>	<i>не менее 4</i>	
История		
История и методология физики		
<i>Модуль «Иностранный язык»</i>	<i>не менее 20</i>	
Английский язык		
Английский язык в профессиональных коммуникациях		
<i>Модуль «Философия»</i>	<i>не менее 4</i>	
Философия		
Философские вопросы естествознания		
Экономика	<i>не менее 4</i>	
Правоведение	<i>не менее 4</i>	
Русский язык и культура речи	<i>не менее 4</i>	
Физическая культура	2	
Безопасность жизнедеятельности	2	
Блок общенаучной подготовки	60-69	ОНК-1, ОНК-5, ОНК-6, ИК-3, ИК-4, СК-1, СК-2, СК-3, ПК-1, ПК-2
<i>Модуль «Современное естествознание»</i>	<i>не менее 8</i>	
Физическая химия		
Основы геофизики и экологии		
Современные проблемы физики		
<i>Модуль «Математика»</i>		
Математический анализ		
Аналитическая геометрия		
Линейная алгебра		
Теория функций комплексной переменной		
Дифференциальные уравнения		
Интегральные уравнения и вариационное исчисление		
Теория вероятностей		
<i>Модуль «Информатика»</i>	<i>не менее 4</i>	
Программирование и информатика		
Основы математического моделирования		
Численные методы в физике		
Блок профессиональной подготовки	104-115	ОНК-1, ОНК-5, ОНК-6, ИК-3, ИК-4, СК-1, СК-2, СК-3, ПК-1, ПК-2
<i>Модуль «Общая физика»</i>		
Механика		
Молекулярная физика		
Электромагнетизм		
Оптика		
Введение в квантовую физику		
Физика атомного ядра и частиц		
Атомная физика		
Общий физический практикум		
<i>Модуль «Теоретическая физика»</i>		
Теоретическая механика		
Электродинамика		
Квантовая теория		
Термодинамика и статистическая физика		
Методы математической физики		
Специальный физический практикум		

ВАРИАТИВНАЯ ЧАСТЬ ООП		
Блоки и дисциплины (модули) устанавливаются при формировании ООП	72-117	ОНК-1, ОНК-4, ОНК-6, ИК-2, ИК-3, ИК-4, СК-1, СК-2, СК-3, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4, ПК-5, ПК-6
ПРАКТИКИ И НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА Научно-исследовательская работа Научно-исследовательская практика Педагогическая практика	49-55	ОНК-4, ОНК-5, ОНК-6, ИК-3, ИК-4, СК-1, СК-2, СК-3, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4, ПК-5, ПК-6, ПК-7
ИТОГОВАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ АТТЕСТАЦИЯ Подготовка и защита выпускных квалификационных работ. Государственные экзамены	30-34	ОНК-1, ОНК-4, ОНК-5, ОНК-6, ИК-1, ИК-3, ИК-4, СК-1, СК-2, СК-3, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4, ПК-5, ПК-6, ПК-7
Общая трудоёмкость ООП ВПО по направлению подготовки "Физика"	360-405	

Структура основных образовательных программ более подробно раскрывается в виде таблицы, в трех столбцах которой указаны учебные элементы образовательных программ, трудоёмкость этих программ (в зачетных единицах) и перечень компетенций, формируемых при освоении этих программ (указываются краткие обозначения компетенций: ОНК – общенаучные, ИК – инструментальные, СК – системные; ПК – профессиональные).

Базовая часть включает в себя блок общекультурной подготовки, блок общенаучной подготовки и блок профессиональной подготовки (см. таблицы, размещенные выше). В рамках каждого блока предусмотрено изучение ряда дисциплин (все они перечисляются в соответствующей ячейке таблицы). Некоторые дисциплины сгруппированы в модули, которые сформированы по «предметному» принципу.

Вариативная часть, практики и научно-исследовательская работа, а также итоговая государственная аттестация в стандарте описываются обобщенно (см. таблицы, размещенные ниже). Относительно вариативной части указывается, что изучаемые в ее рамках блоки и дисциплины (модули) устанавливаются при формировании соответствующих основных образовательных программ. Выделяются два обязательных вида практики (научно-исследовательская и педагогическая). В состав итоговой государственной аттестации, помимо подготовки и защиты выпускной квалификационной работы, вводится также сдача государственных экзаменов.

Также определяется, что перечень и трудоёмкость факультативных дисциплин, устанавливаемых дополнительно к основной образовательной программе и являющихся необязательными для изучения, определяются при формировании образовательной программы.

Регламентируется, что общая трудоемкость всех основных образовательных программ по направлению подготовки «Физика» должна лежать в пределах от 360 до 405 часов.

Далее в стандарте устанавливаются требования к условиям реализации основных образовательных программ.

Определяется, что основная образовательная программа должна включать в себя:

- 1) учебный план;
- 2) рабочие программы учебных курсов, предметов, дисциплин (модулей), практик и научно-исследовательской работы, итоговой государственной аттестации;
- 3) календарный учебный график;
- 4) методические материалы.

Сначала перечисляются **общие требования**, среди которых наиболее важны следующие. Максимальный объем учебной нагрузки студента не может составлять более 54 академических часов в неделю, включая все виды аудиторной и внеаудиторной учебной нагрузки. Для каждого студента назначается научный руководитель, который совместно со студентом определяет его индивидуальную образовательную программу. Основные образовательные программы должны включать преподавание дисциплин (модулей) на иностранном языке в объеме не менее 6 зачетных единиц. Совокупно образовательные программы бакалавриата и магистратуры должны содержать дисциплины по выбору обучающихся в объеме не менее 30% от вариативных частей соответствующих образовательных программ.

Затем перечисляются **требования к кадровым условиям**. К образовательному процессу в бакалавриате должны быть привлечены не менее 5%, а в магистратуре не менее 20% преподавателей из числа действующих руководителей и ведущих работников профильных организаций, предприятий и учреждений. Не менее 60% преподавателей в бакалавриате и не менее 80% в магистратуре должны иметь ученые степени и ученые звания; при этом ученую степень доктора наук или ученое звание профессора должны иметь не менее 10 % преподавателей в бакалавриате и не менее 12% преподавателей в магистратуре. Общее руководство подготовкой по профилям должно осуществляться штатным научно-педагогическим работником, имеющим ученую степень доктора или кандидата наук и (или) ученое звание профессора или доцента, стаж работы в образовательных учреждениях высшего профессионального образования не менее трех лет. Непосредственное руководство магистрантами осуществляется руководителями, имеющими ученую степень и ученое звание.

Также устанавливаются требования к материально-техническим условиям, к финансовым условиям и к учебно-методическим и информационным условиям реализации основных образовательных программ, на которых мы подробно останавливаться не будем.

Далее формулируются требования к формированию учебных планов и к формированию рабочих программ дисциплин (модулей). Вопросы формирования учебного плана относятся к сфере управления деятельностью образовательной организации, и мы их касаться не будем. Обсуждению же вопросов, связанных с программами учебных дисциплин, будет посвящен следующий параграф.

Завершается текст стандарта описанием требований к обеспечению качества реализации основных образовательных программ по направлению подготовки «Физика». В число этих требований входит:

- разработка стратегии по обеспечению качества подготовки выпускников с привлечением представителей работодателей;
- мониторинг, периодическое рецензирование образовательных программ;
- разработка объективных процедур оценки уровня знаний и умений обучающихся, компетенций выпускников;
- обеспечение компетентности преподавательского состава;
- регулярное проведение самообследования по согласованным критериям для оценки своей деятельности (стратегии) и сопоставления с другими образовательными учреждениями с привлечением представителей работодателей;
- информирование общественности о результатах своей деятельности, планах, инновациях.

§3. Структура и содержание программы учебной дисциплины в классическом университете.

Как уже отмечалось выше, требования к формированию рабочих программ дисциплин (модулей) установлены непосредственно в образовательном стандарте МГУ по направлению подготовки «Физика».

Установлено, что при формировании основной образовательной программы по направлению подготовки «Физика» физический факультет МГУ должен разработать и утвердить рабочие программы всех дисциплин (модулей) как базовой, так и вариативной частей основной образовательной программы – в том числе дисциплин по выбору студентов и факультативных дисциплин.

В этих рабочих программах должны быть отражены следующие вопросы.

1) Цели освоения дисциплин (модулей).

2) Место дисциплины (модуля) в основной образовательной программе.

В частности:

- указывается часть образовательной программы (базовая, вариативная и т.д.) и образовательный блок (при его наличии), к которому относится данная дисциплина (модуль);

- дается описание логической и содержательно-методической взаимосвязи дисциплины с другими частями образовательной программы (блоками, модулями, дисциплинами, практиками);

- указываются требования к «входным» компетенциям обучающегося, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин (модулей);

- указываются те теоретические дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующей.

3) Общая трудоемкость дисциплин (модулей) (в зачетных единицах и в академических часах); объем общей аудиторной, индивидуальной самостоятельной работы в академических часах.

4) Структура и содержание дисциплины (модуля), в том числе:

- приводятся все разделы (дидактические единицы) дисциплины (модуля) с указанием семестра и недели их освоения;

- для каждого раздела указываются виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов, трудоемкость (в академических часах), формы текущего контроля успеваемости (по неделям), формы промежуточной аттестации.

5) образовательные технологии.

6) учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.

7) оценочные средства текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины;

8) информационное и материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля).

С примерами программ учебных дисциплин можно ознакомиться на официальных сайтах кафедр физического факультета МГУ.

Рекомендованная литература.

1. Образовательный стандарт, самостоятельно устанавливаемый МГУ имени М.В.Ломоносова для реализуемых образовательных программ высшего профессионального образования по направлению подготовки «Физика». Уровни высшего профессионального образования: бакалавриат с присвоением квалификации (степени) «бакалавр»; магистратура с присвоением квалификации (степени) «магистр». – Официальный сайт «Образовательные стандарты МГУ», <http://www.standart.msu.ru/node/23>

2. Основная образовательная программа по направлению «Физика», реализуемая в МГУ имени М.В. Ломоносова. – Официальный сайт Управления академической политики и организации учебного процесса МГУ имени М.В.Ломоносова, http://edu.msu.ru/curriculum/pdf/03_03_1_02.pdf

3. Программы специальных курсов для студентов магистратуры. – Официальный сайт кафедры общей физики физического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова, <http://genphys.phys.msu.ru/rus/mag/V.php> и <http://genphys.phys.msu.ru/rus/mag/VI.php>

Глава 3.

Структура и содержание учебной дисциплины на физическом факультете МГУ

(на примере избранных разделов общего курса физики).

Раздел «Механика». План лекций. Модели и законы.

Важнейшие демонстрации. План семинарских занятий.

Тематика базовых задач. Физический практикум.

§1. План лекций по курсу «Механика». Важнейшие физические модели, определения, законы и формулы, изучаемые в курсе.

Перейдем к более подробному рассмотрению частных методик преподавания. Сделаем это на примере разделов курса общей физики, каждый из которых преподается в виде отдельной учебной дисциплины. Начнем с курса «Механика».

Этот лекционный курс, согласно плану, разбит на 23 лекции, в ходе каждой из которых рассматриваются важнейшие физические модели, определения и физические законы, относящиеся к данному разделу общей физики. Проанализируем этот план, выделив основные элементы знаний – физические модели и определения, а также физические законы и формулы.

№ лекции	Тема лекции	Физические модели и определения	Физические законы и формулы
1	Кинематика материальной точки.	Пространство и время в механике Ньютона. Тело отсчета и система координат. Часы. Синхронизация часов. Система отсчета. Материальная точка. Закон движения. Скорость, угловая скорость, ускорение, угловое ускорение. Уравнение кинематической связи. Инерциальные системы отсчета.	Преобразования Галилея.
2.	Динамика материальной точки.	Масса, импульс, сила в механике Ньютона. Уравнение движения. Начальные условия.	Три закона Ньютона. Законы, описывающие индивидуальные свойства сил (закон всемирного тяготения, закон Гука, законы для сил сухого и вязкого трения).

3.	Законы изменения и сохранения импульса системы материальных точек.	Система материальных точек. Число степеней свободы системы. Изолированная и замкнутая системы тел. Центр масс.	Закон сохранения импульса. Теорема о движении центра масс. Уравнение Мещерского. Формула Циолковского.
4.	Законы изменения и сохранения механической энергии.	Работа силы. Консервативные силы. Кинетическая и потенциальная энергия системы материальных точек. Связь консервативных сил с потенциальной энергией. Абсолютно упругий и абсолютно неупругий удары.	Законы изменения и сохранения механической энергии.
5.	Движение относительно неинерциальных систем отсчета.	Неинерциальные системы отсчета. Силы инерции. Переносная и кориолисова силы инерции. Центробежная сила инерции.	Законы сохранения в неинерциальных системах отсчета. Принцип эквивалентности Эйнштейна.
6.	Основы специальной теории относительности.	Пространство и время в релятивистской механике. Событие. Интервал между событиями. Инвариантность интервала. Светоподобные, времениподобные и пространственноподобные интервалы. Причинно-следственная связь между событиями.	Два постулата Эйнштейна. Скорость света как максимальная скорость распространения сигналов. Преобразования Лоренца. Инварианты преобразований Лоренца.
7.	Следствия преобразований Лоренца и релятивистская динамика.	Импульс, энергия, масса и сила в релятивистской механике. Релятивистское уравнение движения. Сопутствующая система отсчета.	Относительность одновременности. Замедление темпа хода движущихся часов. Сокращение длины движущихся отрезков. Релятивистское сложение скоростей.
8.	Кинематика твердого тела.	Абсолютно твердое тело. Поступательное, вращательное и плоское движение твердого тела. Мгновенная ось вращения. Движение твердого тела с одной закрепленной точкой. Свободное движение твердого тела.	Теорема Эйлера.
9.	Динамика твердого	Момент силы. Момент им-	Уравнение момен-

	го тела.	пульса тела. Тензор инерции. Главные и центральные оси вращения. Осевые и центробежные моменты инерции. Свободные оси вращения.	тов. Закон сохранения момента импульса твердого тела.
10.	Вращение твердого тела вокруг неподвижной оси. Динамика плоского движения.	Уравнение движения и уравнение моментов при плоском движении. Кинетическая энергия твердого тела.	Теорема Гюйгенса-Штейнера. Уравнение моментов. Теорема Кёнига.
11.	Движение твердого тела с закрепленной точкой.	Гироскоп. Прецессия гироскопа. Гироскопические силы. Волчки. Свободное движение твердого тела.	Уравнение гироскопа. Угловая скорость прецессии.
12.	Свободные колебания систем с одной степенью свободы.	Гармонические колебания. Амплитуда, частота и период колебаний. Фаза и начальная фаза. Сложение гармонических колебаний. Фигуры Лиссажу. Биения. Затухающие колебания. Коэффициент затухания и логарифмический декремент. Время релаксации. Добротность колебательной системы.	Уравнение гармонических и уравнение затухающих колебаний; общий вид решений этих уравнений.
13.	Вынужденные колебания систем с одной степенью свободы.	Вынужденные колебания в отсутствие затухания. Процесс установления колебаний. Резонанс. Добротность.	Уравнение вынужденных колебаний и общий вид его решения. Амплитудно-частотная и фазово-частотная резонансные характеристики.
14.	Параметрическое возбуждение колебаний.	Параметрические колебания. Автоколебания. Основные элементы автоколебательной системы. Релаксационные колебания. Понятие о нелинейных колебаниях. Комбинационные частоты.	Условие возбуждения параметрических колебаний на примере математического маятника. Зависимость амплитуды от частоты при нелинейных колебаниях математического маятника.
15.	Свободные колебания систем с двумя степенями свободы.	Нормальные колебания (моды) и нормальные частоты. Синхронная и асинхронная моды колебаний и их частоты на примере двух матема-	Система уравнений для описания свободных колебаний системы с двумя степенями свободы.

		тических маятников, соединенных упругой пружинкой. Парциальные колебания. Произвольное колебание системы как суперпозиция мод.	Общий метод решения этой системы уравнений.
16.	Основы механики деформируемых сред.	Упругая и остаточная деформация. Типы деформаций. Деформации растяжения, сжатия, сдвига, кручения, изгиба. Количественная характеристика деформаций. Модуль Юнга. Коэффициент Пуассона. Модуль сдвига. Энергия упругих деформаций.	Закон Гука. Связь между модулем Юнга и модулем сдвига.
17.	Бегущие волны.	Распространение импульса в среде. Волна. Продольные и поперечные волны. Скорость волны и скорости «частиц». Плоская гармоническая бегущая волна.	Волны смещений, скоростей, деформаций, напряжений.
18.	Волны на струне, в стержне, газе и жидкости.	Связь скорости волны со свойствами среды. Поток энергии в бегущей волне. Вектор Умова.	Волновое уравнение и его решение.
19.	Стоячие волны.	Отражение и прохождение волны на границе раздела двух сред. Основные случаи граничных условий. Узлы и пучности. Нормальные колебания стержня, струны, столба газа. Акустические резонаторы.	Распределение амплитуд смещений, скоростей и ускорений «частиц» в стоячей волне.
20.	Элементы акустики.	Звук и его характеристики. Громкость звука. Тембр звука. Бинауральный эффект. Распространение акустических волн большой интенсивности. Ударные волны. Движение со сверхзвуковой скоростью. Конус Маха. Число Маха.	Эффект Доплера.
21.	Основы гидро- и аэростатики.	Сжимаемость жидкостей и газов. Коэффициент всестороннего сжатия. Условия устойчивого плавания тел.	Закон Паскаля. Основное уравнение гидростатики. Распределение давления в покоящейся

			жидкости (газе) в поле сил тяжести. Барометрическая формула. Закон Архимеда.
22.	Стационарное течение жидкости (газа).	Линии тока. Трубки тока. Идеальная жидкость. Течение идеальной жидкости. Вязкость. Сила вязкого трения. Течение вязкой жидкости по трубе.	Уравнение Бернулли. Формула Пуазейля.
23.	Ламинарное и турбулентное течение.	Лобовое сопротивление при обтекании тел. Тело в потоке идеальной жидкости. Парадокс Даламбера. Тело в потоке вязкой жидкости. Пограничный слой. Циркуляция. Подъемная сила. Эффект Магнуса.	Число Рейнольдса. Формула Жуковского.

§2. Важнейшие лекционные демонстрации по различным разделам курса общей физики.

Как уже отмечалось, демонстрационный эксперимент занимает существенное место в структуре лекции по общей физике и играет очень важную роль.

Общее число демонстрационных экспериментов по каждому разделу курса довольно велико. В частности, на лекциях по механике, читаемых на физическом факультете МГУ имени М.В. Ломоносова, активно эксплуатируется около 250 опытов; при этом в литературе освещено существенно большее количество различных лекционных демонстраций по этому разделу. То же самое можно сказать и о лекционных демонстрациях по другим разделам курса общей физики. Значительное число лекционных экспериментов описано в специализированной учебно-методической литературе, подготовленной преподавателями кафедры общей физики физического факультета МГУ. Всем, кто интересуется техникой и методикой показа демонстрационного эксперимента, рекомендуется обратиться к соответствующим учебным пособиям, ссылки на которые даны в списках рекомендованной литературы, помещенных в конце текстов этой и следующих лекций.

§3. План семинарских занятий по курсу «Механика». Тематика базовых задач.

Семинары по курсу «Механика» рассчитаны на 45 занятий, из которых 4 выделены на проведение контрольных работ. Рассмотрим тематическое планирование семинарских занятий по механике. Для каждой темы семинара кратко опишем тематику базовых задач, которые студенты должны уметь

решать для прохождения итоговой аттестации по курсу «Механика». Отметим, что как для студентов, так и для преподавателей, ведущих занятия по данному курсу, на кафедре общей физики разработаны специальные учебно-методические пособия, в которых рассмотрены приемы и приведены примеры решения значительного количества задач по всем темам курса. Ссылки на эти пособия также приведены в списках рекомендованной литературы, помещенных в конце текстов этой и следующих лекций.

Семинары 1-3. *Кинематика материальной точки и простейших систем.*

Решение прямой и обратной задач кинематики (отыскание скорости и ускорения, по заданному закону движения; отыскание закона движения по заданным скорости или ускорению при наличии начальных условий), определение радиуса кривизны траектории, составление уравнений кинематической связи, решение задач кинематики путем перехода в удобную систему отсчета.

Семинары 4-6. *Динамика материальной точки и простейших систем.*

Нахождение ускорения материальной точки, движущейся при наличии постоянных сил тяжести, упругости, трения. Составление уравнения движения и его интегрирование в случае движения материальной точки под действием переменных сил. Решение задач о движении систем грузов и блоков.

Семинар 7. *Закон сохранения импульса.*

Применение законов изменения и сохранения импульса системы материальных точек. Замкнутые системы и системы, замкнутые в направлении данной оси.

Семинар 8. *Теорема о движении центра масс.*

Применение теоремы о движении центра масс для анализа движения систем материальных точек.

Семинар 9. *Движение тел с переменной массой. Уравнение Мещерского. Формула Циолковского.*

Определение направления реактивной силы. Составление уравнения Мещерского. Решение задач о движении ракеты (различные случаи).

Семинары 10-11. *Работа силы. Кинетическая и потенциальная энергия точки. Закон сохранения механической энергии.*

Применение законов изменения и сохранения механической энергии для системы материальных точек. Изолированные системы. Вычисление работы различных консервативных и диссипативных сил. Взаимные превращения кинетической и потенциальной энергии. Переход механической энергии в теплоту.

Семинар 12. *Упругие и неупругие столкновения тел.*

Абсолютно упругий, абсолютно неупругий и частично упругий удары. Центральное и лобовое соударение. Изменение механической энергии, модуля и направления импульса соударяющихся тел. Рассмотрение соударений в системе отсчета, связанной с центром масс.

Семинар 13. *Контрольная работа №1 на темы семинаров 1-12.*

Предлагается 3-5 задач разного уровня трудности по изученным темам.

Семинары 14-16. *Движение материальной точки в неинерциальных системах отсчета. Силы инерции.*

Переносная и кориолисова силы инерции, определение их модуля и направления. Запись уравнения движения относительно движущихся поступательно и вращающихся неинерциальных систем отсчета, интегрирование этого уравнения. Примеры действия сил инерции на Земле.

Семинары 17-20. *Кинематика теории относительности. Преобразования Лоренца и их следствия. Интервалы. Инвариантность интервалов. Сложение скоростей. Релятивистский эффект Доплера.*

Решение задач, иллюстрирующих непосредственное применение преобразований Лоренца, лоренцевское сокращение длин движущихся отрезков и замедление темпа хода движущихся часов. Релятивистское правило преобразования проекций скоростей при смене инерциальной системы отсчета. Релятивистский интервал, его инвариантность, применение релятивистского интервала для определения возможности наличия причинно-следственной связи между двумя событиями.

Семинар 21. *Динамика материальной точки в релятивистской механике. Движение с постоянным ускорением в сопутствующей системе отсчета. Энергия покоя.*

Релятивистское уравнение движения материальной точки. Движение частицы по прямой и по окружности под действием постоянной силы. Релятивистские энергия и импульс. Энергия покоя. Линейный и кольцевой ускорители. Ускоритель на встречных пучках. Задачи о столкновении и рождении релятивистских частиц.

Семинар 22. *Контрольная работа №2 на темы семинаров 14-21.*

Предлагается 3-5 задач разного уровня трудности по изученным темам.

Семинар 23. *Кинематика твердого тела.*

Связь линейной и угловой скорости. Вращательное и плоское движение твердого тела. Мгновенная ось вращения. Составление уравнения кинематической связи для системы тел, движущихся поступательно и вращательно.

Семинары 24-26. *Динамика поступательного и вращательного движения твердого тела. Момент инерции твердого тела относительно оси. Динамика плоского движения твердого тела.*

Свойства осевого момента инерции. Теорема Гюйгенса-Штейнера. Расчет осевых моментов инерции различных симметричных твердых тел. Запись и решение уравнений движения для случая плоского движения твердого тела, составление уравнений кинематической связи. Запись уравнения моментов относительно движущегося начала. Скатывание цилиндра и шара с наклонной плоскости, получение условия отсутствия проскальзывания.

Семинар 27-28. *Закон сохранения момента импульса. Гироскопы. Прецессия гироскопов. Гироскопические силы.*

Применение закона сохранения момента импульса для системы материальных точек и твердого тела, вращающегося вокруг фиксированной оси.

Соударение материальной точки и твердого тела. Центр удара. Применение уравнения гироскопа, определение модуля и направления угловой скорости прецессии. Отыскание модуля и направления гироскопических сил.

Семинар 29. *Контрольная работа №3 на темы семинаров 23-28.*

Предлагается 3-5 задач разного уровня трудности по изученным темам.

Семинар 30-32. *Свободные и затухающие колебания систем с одной степенью свободы.*

Составление уравнения свободных и затухающих колебаний для различных систем. Отыскание частоты и периода колебаний по записанным уравнениям. Запись решения уравнения колебаний с учетом начальных условий. Амплитуды колебаний скорости и ускорения. Коэффициент затухания и логарифмический декремент затухания. Добротность колебательной системы.

Семинары 33-34. *Вынужденные колебания систем с одной степенью свободы. Резонанс.*

Амплитудно-частотная (АЧХ) и фазово-частотная (ФЧХ) характеристики при вынужденных колебаниях. Резонанс смещения, скорости и ускорения. Резонансные частоты. Определение добротности колебательной системы по АЧХ и ФЧХ.

Семинары 35-36. *Колебания систем с несколькими степенями свободы. Моды колебаний.*

Запись и общее решение системы уравнений движения для колебательной системы с двумя степенями свободы (на примере пружинных и математических маятников). Определение нормальных частот. Подбор начальных условий для получения мод колебаний.

Семинары 37-38. *Бегущие волны смещений, скоростей, ускорений, деформаций и напряжений. Поток энергии в бегущей волне. Вектор Умова.*

Общее решение волнового уравнения. Скорость волны. Плоская гармоническая бегущая волна, ее уравнение. Частота, период, волновое число и длина волны. Амплитуды волн смещений, скоростей, ускорений, деформаций и напряжений. Скорость упругих волн в струне, стержне, газе (жидкости). Плотность энергии и поток энергии в бегущей волне. Вектор Умова.

Семинары 39-40. *Граничные условия. Отражение и прохождение волн. Стоячие волны. Моды и нормальные частоты.*

Отражение и прохождение волн при падении на границу двух сред. Волновое (акустическое) сопротивление. Образование стоячих волн при сложении падающей и отраженной бегущих волн. Условие образования стоячей волны при различных граничных условиях. Моды и нормальные частоты стоячей волны.

Семинар 41. *Элементы акустики. Интенсивность звуковых волн. Смещение, скорость и ускорение частиц среды и давление в звуковых волнах. Эффект Доплера.*

Интенсивность звуковой волны. Связь друг с другом смещения, скорости, ускорения частиц среды и давления в звуковых волнах. Акустический закон Ома. Акустический эффект Доплера.

Семинар 42. Механика сплошных сред. Деформации.

Модуль Юнга, модуль сдвига, коэффициент Пуассона, их связь друг с другом. Деформации растяжения, сжатия, сдвига, кручения, всестороннего сжатия. Изгиб балок. Геометрический момент инерции.

Семинары 43-44. Статика и динамика жидкостей и газов.

Законы Паскаля и Архимеда. Распределение давления в покоящейся и движущейся жидкости (несжимаемом газе). Условие устойчивого плавления тел. Уравнение Бернулли. Истечение жидкости из отверстия в сосуде. Течение жидкости по трубе, формула Пуазейля. Динамическое давление. Вязкость. Число Рейнольдса.

Семинар 45. Контрольная работа №4 на темы семинаров 30-44.

Предлагается 3-5 задач разного уровня трудности по изученным темам.

§4. Задачи физического практикума по курсу «Механика».

При освоении раздела «Механика» студенты, помимо изучения теоретического материала на лекциях и решения задач на семинарских занятиях, еще выполняют задачи общего физического практикума. Задачи практикума структурно разделены на четыре тематические группы. Для каждой задачи преподавателями кафедры общей физики подготовлена специальная методическая разработка, которая содержит описание экспериментальной установки, краткое теоретическое введение, порядок выполнения задачи, описание способа обработки экспериментальных данных, указания по подготовке лабораторного отчета, контрольные вопросы и список литературы для самоподготовки. Ниже мы перечислим названия этих задач, указав их распределение по тематическим группам.

I. Динамика материальной точки, движение под действием различных сил, законы изменения и сохранения импульса и механической энергии.

1. Изучение динамики простейших систем с помощью машины Атвуда.
2. Кинематика и динамика прямолинейного движения тела вдоль скамьи с воздушной подушкой.
3. Изучение движения шара по наклонному желобу.
4. Определение коэффициентов сил сухого трения.
5. Определение коэффициента сил трения качения.
6. Определение коэффициентов вязкого трения и трения качения.
7. Измерение скорости полета пули с помощью баллистического маятника.
8. Крутильный баллистический маятник.

II. Динамика твердого тела, законы изменения и сохранения момента импульса.

1. Изучение движения катушки по горизонтальной поверхности.
2. Изучение движения маятника Максвелла.
3. Изучение вращательного движения (маятник Обербека).
4. Проверка теоремы Гюйгенса-Штейнера.
5. Измерение момента инерции колеса.
6. Проверка закона сохранения момента количества движения.
7. Изучение тензора инерции твердого тела динамическим методом.
8. Изучение тензора инерции твердого тела методом колебаний.
9. Определение тензора инерции твердого тела.

III. Свободные, затухающие и вынужденные колебания.

1. Изучение свободных и вынужденных колебаний пружинного маятника.
2. Изучение колебаний физического маятника.
3. Исследование собственных колебаний в распределенной системе.
4. Изучение колебаний связанных систем.

IV. Упругие свойства тел, закон Гука.

1. Определение модуля упругости.
2. Определение модуля упругости по прогибу.
3. Определение модуля сдвига с помощью крутильных колебаний.
4. Определение коэффициента Пуассона.
5. Определение коэффициента Пуассона.
6. Определение скорости звука и модуля Юнга в твердых телах.

Рекомендованная литература.

1. Грабовский М.А., Млодзеевский А.Б., Телеснин Р.В. и др. Лекционные демонстрации по физике. / Под ред. Ивероновой В.И. – М.: Наука, 1972. – 640 с.
2. Семенов М.В., Якута А.А. Механика. Лекционный эксперимент. / Под ред. А. М. Салецкого. – Учебное пособие. М.: Физический факультет МГУ, 2012. – 352 с.
3. Русаков В.С., Слепков А.И., Никанорова Е.А., Чистякова Н.И. Механика. Методика решения задач / Учебное пособие. М.: Физический факультет МГУ, 2010. – 368 с.
4. Физический практикум / Под ред. В.И. Ивероновой. / М.: Государственное издательство физико-математической литературы, 1962. – 961 с.

Глава 4.

Структура и содержание учебной дисциплины на физическом факультете МГУ

(на примере избранных разделов общего курса физики).

Раздел «Молекулярная физика и термодинамика».

План лекций. Модели и законы.

План семинарских занятий. Тематика базовых задач.

Физический практикум.

§1. План лекций по курсу «Молекулярная физика и термодинамика». Важнейшие физические модели, определения, законы и формулы, изучаемые в курсе.

Разбор курса «Молекулярная физика и термодинамика» мы будем проводить аналогично тому, как на предыдущей лекции анализировали курс «Механика».

Данный лекционный курс, согласно плану, разбит на 21 лекцию, в ходе каждой из которых рассматриваются важнейшие физические модели, определения и физические законы, относящиеся к данному разделу общей физики. Выделим, как и прежде, основные элементы знаний – физические модели и определения, а также физические законы и формулы.

№ лекции	Тема лекции	Физические модели и определения	Физические законы и формулы
1	Основные положения молекулярно-кинетической теории.	Основные экспериментальные факты, подтверждающие дискретность строения вещества. Массы и размеры молекул. Число Авогадро. Агрегатные состояния и характер теплового движения в газах, жидкостях и твердых телах. Статистический подход к описанию молекулярных явлений. Понятие о статистических закономерностях. Основные понятия теории вероятностей.	Математическая и термодинамическая вероятность. Правила вычисления вероятностей независимых и несовместных событий. Функция плотности вероятности. Условие нормировки.
2.	Биномиальное распределение.	Идеальный газ. Равновесное пространственное распределение частиц	Биномиальное распределение и его характеристики.

		идеального газа. Флуктуации плотности идеального газа.	
3.	Предельные случаи биномиального распределения	Примеры применения предельных случаев биномиального распределения.	Распределение Пуассона и распределение Гаусса.
4.	Распределение молекул газа по скоростям.	Принцип детального равновесия. Распределение молекул по компонентам скоростей, по углам, по модулю скорости.	Распределение Максвелла. Наивероятнейшая, средняя и среднеквадратичная скорости молекул. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории газов. Уравнение Менделеева – Клапейрона.
5.	Идеальный газ во внешнем потенциальном поле.	Опыты, подтверждающие распределения Максвелла и Больцмана. Опыты Перрена по определению числа Авогадро.	Распределение Больцмана. Барометрическая формула.
6.	Понятия равновесного состояния и температуры.	Нулевое начало термодинамики. Температура и ее статистический смысл. Принципы конструирования термометра. Эмпирическая шкала температур. Идеально-газовая шкала температур.	Распределение Гиббса. Распределение Максвелла – Больцмана.
7.	Степени свободы термодинамической системы.	Броуновское движение. Примеры применения теоремы о равномерном распределении энергии по степеням свободы.	Теорема о равномерном распределении энергии по степеням свободы. Формула Эйнштейна.
8.	Столкновения молекул в газе.	Движение молекулы в газе. Рассеяние молекулярных пучков в газе. Молекулярно-кинетические характеристики жидкостей и твердых тел.	Длина свободного пробега. Частота соударений. Газокинетический диаметр.
9.	Явления переноса.	Диффузия, внутреннее трение (вязкость), теплопроводность.	Закон Фика, закон Ньютона – Стокса, закон Фурье. Связь коэффициентов пе-

			переноса с молекулярно-кинетическими характеристиками вещества.
10.	Нестационарные явления переноса.	Нестационарная теплопроводность и нестационарная диффузия. Времена релаксации.	Уравнение теплопроводности. Уравнение диффузии. Коэффициент температуропроводности вещества.
11.	Термодинамический подход к описанию молекулярных явлений.	Понятие термодинамического равновесия. Квазистатические процессы. Обратимые и необратимые процессы. Применение первого начала термодинамики к процессам в идеальном газе.	Работа, внутренняя энергия, количество теплоты. Первое начало термодинамики.
12.	Теплоемкость. Процессы в газах.	Теплоемкость системы. Теплоемкость идеального газа. Политропический процесс как общий случай изопроцесса.	Связь теплоемкости газа с числом степеней свободы молекул. Уравнение Майера. Уравнение политропы. Уравнения изопроцессов.
13.	Классическая теория теплоемкости твердых тел.	Развитие теории теплоемкости Эйнштейном и Дебаем.	Закон Дюлонга и Пти. Зависимость теплоемкости твердого тела от температуры.
14.	Преобразование теплоты в работу.	Циклические процессы. Нагреватель, рабочее тело, холодильник. Тепловой двигатель и холодильная машина. Цикл Карно. Двигатель внутреннего сгорания.	Коэффициент полезного действия. Эффективность обращенной тепловой машины. КПД цикла Карно.
15.	Второе начало термодинамики.	Термодинамическая шкала температур, ее тождественность идеальной газовой шкале. Эквивалентность двух формулировок второго начала термодинамики (Клаузиуса и Томсона).	Две теоремы Карно. Неравенство Клаузиуса. Второе начало термодинамики (формулировки Клаузиуса и Томсона).
16.	Энтропия.	Понятие энтропии. Закон возрастания энтропии. Статистическая трактовка	Формула Больцмана. Энтропия идеального газа. Термодина-

		энтропии. Понятие о самоорганизации.	мические потенциалы.
17.	Реальные газы.	Изотермы газа Ван-дер-Ваальса. Область двухфазных состояний. Метастабильные состояния. Критические параметры.	Уравнение Ван-дер-Ваальса. Внутренняя энергия газа Ван-дер-Ваальса. Закон соответственных состояний.
18.	Силы межмолекулярного взаимодействия.	Методы получения низких температур. Следствия третьего начала термодинамики.	Третье начало термодинамики. Потенциал Леннарда-Джонса. Эффект Джоуля – Томсона.
19.	Жидкости.	Поверхностные явления. Коэффициент поверхностного натяжения. Краевой угол. Смачивание и несмачивание. Капиллярные явления.	Сила поверхностного натяжения. Формула Лапласа.
20.	Фазовые переходы и их классификация.	Фазовые переходы первого рода. Скрытая теплота перехода. Тройная точка. Фазовые переходы второго рода.	Уравнение Клапейрона – Клаузиуса.
21.	Кристаллы.	Симметрия кристаллов. Кристаллическая решетка. Элементарная ячейка. Решетки Браве. Изоморфизм и полиморфизм. Дефекты в кристаллах. Дислокации. Понятие о жидких кристаллах.	Обозначение плоскостей и направлений в кристалле. Индексы Миллера.

§2. План семинарских занятий по курсу «Молекулярная физика и термодинамика». Тематика базовых задач.

Семинары по курсу «Молекулярная физика и термодинамика» рассчитаны на 30 занятий, из которых 4 выделены на проведение контрольных работ. Рассмотрим тематическое планирование семинарских занятий, выделив для каждой темы семинара тематику базовых задач (примеры таких задач рассмотрены в специальных пособиях, разработанных на кафедре общей физики для студентов и для преподавателей).

Семинар 1. *Основные понятия теории вероятностей. Элементы комбинаторики.*

Перестановки, размещения и сочетания. Случайная величина. Частотное определение вероятности. Независимые и несовместные события. Условная

вероятность. Вычисление вероятностей различных событий – на примерах бросания монет и игральных костей.

Семинар 2. *Статистическая система. Биномиальное распределение. Плотность вероятности.*

Микросостояния и макросостояния системы. Математическая и термодинамическая вероятность. Частотное и временное определение вероятности. Основной постулат статистической физики. Функция плотности вероятности. Наиболее вероятное значение, среднее значение и дисперсия случайной величины – примеры их вычисления. Решение задач, иллюстрирующих применение биномиального распределения. Эргодическая гипотеза.

Семинар 3. *Распределения Пуассона и Гаусса.*

Вычисление наиболее вероятного и среднего значения, дисперсии для случайной величины, подчиняющейся распределению Пуассона (Гаусса). Примеры реализации распределений Пуассона и Гаусса в молекулярной физике и в повседневной жизни.

Семинар 4. *Термодинамические статистические системы. Состояние термодинамического равновесия. Температура. Распределение по энергии.*

Статистический смысл понятия «термодинамическое равновесие». Статистическое определение абсолютной температуры. Статистический смысл энтропии (обзорно). Распределение Гиббса (распределение по энергии) и примеры его применения.

Семинар 5. *Распределение Максвелла по скоростям. Характерные скорости теплового движения молекул газа.*

Распределение молекул по проекциям скорости, по углам, по модулю скорости. Физический смысл функции плотности вероятности максвелловского распределения. Характерные скорости молекул (наиболее вероятная, средняя и среднеквадратичная), дисперсия. Распределение молекул газа по энергиям. Наиболее вероятная, средняя и среднеквадратичная энергия молекулы.

Семинар 6. *Распределение Максвелла по скоростям. Частота ударов молекул о стенку сосуда. Давление газа.*

Частота ударов молекул о стенку сосуда. Вывод основного уравнения молекулярно-кинетической теории из распределения Максвелла. Молекулярные пучки. Истечение газа через малое отверстие. Трансмиссионное распределение Максвелла и его характеристики.

Семинар 7. *Закон Дальтона. Распределение энергии по степеням свободы. Броуновское движение.*

Решение задач о смесях газов. Теорема о равномерном распределении энергии по степеням свободы. Средняя энергия одноатомной, двухатомной и многоатомной молекулы. Броуновское движение. Броуновская частица в газовой среде. Формула Эйнштейна для среднеквадратичного смещения при броуновском движении.

Семинар 8. *Контрольная работа №1 на темы семинаров 1-7.*

Предлагается 3-5 задач разного уровня трудности по изученным темам.

Семинар 9. Распределение Больцмана. Газ в потенциальном поле Земли.

Газ в потенциальном поле Земли (нахождение зависимости концентрации молекул от высоты и от температуры) – закрытый стакан и бесконечно высокая изотермическая атмосфера. Предельные случаи – высокие и низкие температуры. Барометрическая формула.

Семинар 10. Распределение Больцмана. Газ в потенциальном поле сил инерции. Система с двумя уровнями энергии.

Газ в потенциальном поле центробежной силы инерции (нахождение зависимости концентрации молекул от расстояния до оси вращения и от температуры). Предельные случаи – высокие и низкие температуры. Пример классической системы с двумя энергетическими уровнями – распределение по энергиям.

Семинар 11. Молекулярно-кинетические характеристики газов, жидкостей и твердых тел.

Газокинетические характеристики молекул – газокинетический диаметр, средняя длина свободного пробега, среднее время пробега, средняя частота столкновений. Зависимость этих величин от давления и от температуры. Вакуум (низкий, средний и высокий).

Семинар 12. Стационарные явления переноса. Коэффициенты диффузии, вязкости и теплопроводности газов. Вязкость.

Уравнения переноса в идеальном газе. Коэффициенты переноса для газов, зависимость этих коэффициентов от температуры и давления. Решение задач о стационарном переносе при различных типах симметрии (плоскостная, цилиндрическая, сферическая).

Семинар 13. Стационарные явления переноса. Теплопроводность.

Закон Фурье для теплопроводности. Решение задач о стационарной теплопроводности для газообразных, твердых и жидких сред.

Семинар 14. Явления переноса: диффузия. Нестационарные явления переноса. Времена релаксации.

Примеры решения задач о стационарной самодиффузии. Нестационарная теплопроводность и диффузия. Понятие о времени релаксации. Примеры решения задач. Температурные волны.

Семинар 15. Контрольная работа №2 на темы семинаров 9-14.

Предлагается 3-5 задач разного уровня трудности по изученным темам.

Семинар 16. Первое начало термодинамики. Основные составляющие энергетического баланса.

Работа, внутренняя энергия, количество теплоты. Применение первого начала термодинамики к различным процессам. Примеры использования различных диаграмм (pV , pT и VT). Вычисление работы и определение знака изменения внутренней энергии по pV -диаграмме.

Семинар 17. *Процессы в идеальном газе.*

Расчет составляющих энергетического баланса для изотермического, изобарного, изохорного и адиабатического процессов. Применение pV -диаграммы.

Семинар 18. *Теплоемкость. Политропические процессы.*

Теплоемкость тела, молярная и удельная теплоемкость, их связь друг с другом. Вычисление молярной теплоемкости идеального газа в разных процессах. Уравнение политропического процесса. Изопроцессы как частные случаи политропического процесса. Связь молярной теплоемкости с показателем политропы.

Семинар 19. *Циклические процессы. Обратимые циклы. КПД циклов.*

Эффективность тепловой машины. Тепловой двигатель, холодильная машина, тепловой насос. Вычисление КПД различных циклов, использующих в качестве рабочего вещества идеальный газ. Динамическое отопление (как пример применения теплового насоса).

Семинар 20. *Энтропия. Второе и третье начала термодинамики.*

Термодинамическое определение энтропии. Второе начало термодинамики. Равенство и неравенство Клаузиуса. Вычисление изменения энтропии в различных обратимых процессах.

Семинар 21. *Изменение энтропии в необратимых процессах. Энтропия и внутренняя энергия как термодинамические функции.*

Вычисление изменения энтропии в различных необратимых процессах – при приведении тел в тепловой контакт, при смешении жидкостей и газов, при фазовых переходах. Парадокс Гиббса.

Семинар 22. *Применение TS -диаграмм для анализа циклов и расчета КПД тепловых машин.*

Циклические процессы, КПД которых не зависит от рода рабочего тела. Применение TS -диаграммы для расчета КПД таких процессов.

Семинар 23. *Контрольная работа №3 на темы семинаров 16-22.*

Предлагается 3-5 задач разного уровня трудности по изученным темам.

Семинар 24. *Реальные газы и жидкости. Уравнение Ван-дер-Ваальса.*

Процессы в газе Ван-дер-Ваальса. Молярная теплоемкость газа Ван-дер-Ваальса в различных процессах. Внутренняя энергия газа Ван-дер-Ваальса. Изотермическая сжимаемость. Смещение порций реального газа.

Семинар 25. *Реальные газы и жидкости. Изотермы Ван-дер-Ваальса. Критические параметры.*

Изотермы Ван-дер-Ваальса. Область двухфазного состояния. Перегретая жидкость и переохлажденный пар. Критические параметры. Уравнение соответственных состояний. Вириальное уравнение.

Семинар 26. *Охлаждение и сжижение газов. Эффект Джоуля – Томсона. Энтальпия.*

Процесс Джоуля-Томсона как изоэнтальпический процесс. Положительный и отрицательный эффект Джоуля-Томсона. Дифференциальный и инте-

гральный эффект Джоуля-Томсона (на примере газа Ван-дер-Ваальса). Температура и кривая инверсии. Дросселирование и детандирование.

Семинар 27. *Поверхностные явления. Свободная энергия Гельмгольца.*

Коэффициент поверхностного натяжения. Сила поверхностного натяжения. Давление под искривленной поверхностью жидкости. Мыльные пузыри. Капиллярные явления. Контакт жидкости и твердого тела. Смачивание и несмачивание, краевой угол.

Семинар 28. *Фазовые переходы. Уравнение Клапейрона – Клаузиуса.*

Фазовые переходы первого рода (плавление, кипение, сублимация). Примеры применения уравнения Клапейрона-Клаузиуса. Теплота фазового перехода. Фазовая диаграмма. Тройная точка. Зависимость температуры фазового перехода от давления.

Семинар 29. *Энтропия и теплоемкость систем при фазовых переходах. Потенциал Гиббса.*

Фазовые переходы второго рода. Удельный потенциал Гиббса. Вывод уравнения Клапейрона-Клаузиуса и правила площадей Максвелла для изотермы Ван-дер-Ваальса. Изменение энтропии и теплоемкости при фазовых переходах.

Семинар 30. *Контрольная работа №4 на темы семинаров 24-29.*

Предлагается 3-5 задач разного уровня трудности по изученным темам.

§3. Задачи физического практикума по курсу «Молекулярная физика и термодинамика».

Задачи практикума по курсу «Молекулярная физика и термодинамика» структурно разделены на три тематические группы. Перечислим названия этих задач, указав их распределение по группам.

I. Молекулярно-кинетическая теория и явления переноса.

1. Изучение законов распределения.
2. Измерение температуры термоэлектронных.
3. Измерение длины свободного пробега молекул при низких давлениях.
4. Изучение явлений переноса в воздухе.
5. Измерение коэффициента вязкости жидкости.
6. Измерение давления паров и вязкости воды.
7. Измерение коэффициента поверхностного натяжения.
8. Измерение температуропроводности твердых тел.

II. Процессы в идеальных газах.

1. Измерение отношения C_p/C_V в воздухе (метод Клемана-Дезорма).
2. Определение отношения теплоемкостей C_p/C_V для различных газов.
3. Определение отношения теплоемкостей C_p/C_V для различных газов фазометрическим методом.
4. Измерение отношения C_p/C_V в воздухе методом Рухардта.

5. Измерение теплоёмкости C_p воздуха.
6. Изменение энтропии в изопроцессах.
7. Изучение работы тепловой машины.

III. Калориметрия.

1. Дифференциальный калориметр. Измерение теплоёмкости.
2. Измерение теплоёмкости и теплоты плавления веществ методом охлаждения.
3. Измерение теплоёмкости воды.

Рекомендованная литература.

1. Грабовский М.А., Млодзеевский А.Б., Телеснин Р.В. и др. Лекционные демонстрации по физике. / Под ред. Ивероновой В.И. – М.: Наука, 1972. – 640 с.
2. Семенов М.В., Старокуров Ю.В., Якута А.А. Молекулярная физика и термодинамика. Лекционный эксперимент. / Под ред. проф. А. М. Салецкого. – Учебное пособие. М.: Физический факультет МГУ, 2013. – 160 с.
3. Миронова Г.А., Брандт Н.Н., Салецкий А.М. Молекулярная физика и термодинамика. Методика решения задач / Учебное пособие. М.: Физический факультет МГУ, 2011. – 376 с.
4. Физический практикум / Под ред. В.И. Ивероновой. / М.: Государственное издательство физико-математической литературы, 1962. – 961 с.

Глава 5.

Структура и содержание учебной дисциплины на физическом факультете МГУ

(на примере избранных разделов общего курса физики).

Раздел «Электричество и магнетизм». План лекций.

Модели и законы. План семинарских занятий.

Тематика базовых задач. Физический практикум.

§1. План лекций по курсу «Электричество и магнетизм». Важнейшие физические модели, определения, законы и формулы, изучаемые в курсе.

Следующий учебный курс, который мы будем анализировать – это курс «Электричество и магнетизм». Разберем его структуру и содержание по тому же плану, которым мы руководствовались при рассмотрении курсов «Механика» и «Молекулярная физика и термодинамика».

Лекционный курс «Электричество и магнетизм», согласно плану, разбит на 23 лекции. Выделим, как и в двух предыдущих случаях, основные элементы знаний – физические модели и определения, а также физические законы и формулы, которые рассматриваются и изучаются в ходе чтения этих лекций.

№ лекции	Тема лекции	Физические модели и определения	Физические законы и формулы
1	Основные законы электростатики.	Электромагнитное взаимодействие и его место среди других взаимодействий в природе. Электрический заряд и его свойства. Опыты Томсона и Милликена. Линейная, поверхностная и объёмная плотность заряда. Вектор напряжённости E электрического поля. Поток вектора E .	Закон Кулона и его полевая трактовка. Принцип суперпозиции. Теорема Остроградского – Гаусса для E .
2.	Работа сил электростатического поля.	Циркуляция вектора E . Потенциал электростатического поля. Электростатическое поле точечного диполя.	Связь вектора E и потенциала. Уравнения Лапласа и Пуассона для потенциала. Теоремы единственности в электростатике. Теорема Ирншоу.
3.	Электрическое поле	Проводники. Явление	Метод изображений.

	в веществе.	электростатической индукции. Распределение заряда по поверхности проводника. Электростатическая защита. Ёмкостные и потенциальные коэффициенты для системы заряженных проводников. Емкостная характеристика конденсаторов.	Связь между зарядом и потенциалом уединённого проводника.
4.	Диэлектрики.	Свободные и связанные заряды. Вектор поляризации $\mathbf{P}$. Вектор электрической индукции (смещения) $\mathbf{D}$. Материальные уравнения для линейного изотропного диэлектрика. Диэлектрическая проницаемость и восприимчивость. Влияние формы диэлектрика на его поляризацию.	Теорема Остроградского – Гаусса для векторов $\mathbf{E}$, $\mathbf{D}$ и $\mathbf{P}$. Граничные условия для векторов $\mathbf{E}$, $\mathbf{D}$ и $\mathbf{P}$.
5.	Электростатическая энергия системы зарядов.	Энергия взаимодействия и собственная энергия. Энергия системы заряженных проводников. Энергия систем с диэлектриками. Объемная плотность энергии электрического поля. Электрический диполь во внешнем поле. Пондеромоторные силы в электрическом поле.	Теорема Томсона. Связь пондеромоторных сил с электростатической энергией.
6.	Виды поляризации.	Электронная теория поляризации. Локальное поле. Электрические свойства кристаллов. Спонтанная поляризация. Пиро- и сегнетоэлектрики. Доменная структура, гистерезис и температура Кюри сегнетоэлектрика. Релаксационная поляризация. Электреты. Электромеханические эффекты. Пьезоэлектрики.	Формулы Клаузиуса – Моссо́ти и Ланжевена.
7.	Постоянный электрический ток.	Линии тока, сила и плотность тока. Линейные проводники. Элементарная микроскопическая теория	Закон Ома в дифференциальной форме. Закон Джоуля – Ленца. Уравнение

		постоянного тока. Удельная электропроводность. Электрическое поле в проводнике с постоянным током. Электрическое напряжение. Электросопротивление. Условие стационарности тока.	непрерывности.
8.	Электродвижущая сила.	Разветвленные цепи постоянного тока. «Эквивалентные» элементы (резисторы, источники ЭДС). Постоянный электрический ток в сплошной среде. Заземление.	Закон Ома для участка цепи постоянного тока и для замкнутой цепи. Правила Кирхгофа.
9.	Магнитостатика.	Источники магнитного поля. Магнитное поле нерелятивистского точечного заряда. Вектор B индукции магнитного поля. Принцип суперпозиции для B . Магнитное поле элемента тока. Линии магнитного поля. Эффект Холла. Взаимодействие линейных контуров с токами.	Закон Био – Савара – Лапласа. Сила Лоренца. Сила, действующая на элемент тока в магнитном поле (закон Ампера).
10.	Вихревой характер магнитного поля.	Векторный потенциал магнитного поля и его свойства. Элементарный ток (магнитный диполь) и его магнитный момент. Векторный потенциал и вектор магнитной индукции поля элементарного тока.	Теорема о циркуляции вектора индукции магнитного поля. Уравнение $\text{div } \mathbf{B} = 0$.
11.	Поток вектора магнитной индукции.	Коэффициенты взаимной индукции для системы линейных контуров. Коэффициент самоиндукции. Электромагнитная индукция. Явление самоиндукции. Экстратоки замыкания и размыкания. Индукционные методы измерения магнитных полей. Токи Фуко.	Формула Неймана. Закон электромагнитной индукции Фарадея. Правило Ленца.
12.	Магнитная энергия	Собственная и взаимная	Потенциальная

	системы линейных контуров постоянного тока.	энергия контуров. Работа сил Ампера. Энергия элементарного тока во внешнем магнитном поле. Энергия взаимодействия элементарных токов (магнитных диполей). Объемная плотность энергии магнитного поля.	функция взаимодействия двух контуров с током. Сила и момент сил, действующие на элементарный ток во внешнем магнитном поле.
13.	Магнетики.	Намагниченность $\mathbf{M}$ вещества и её связь с молекулярными токами. Вектор $\mathbf{H}$ напряженности магнитного поля. Магнитная проницаемость и восприимчивость. Магнитная защита. Влияние формы магнетика на его намагниченность. Силы, действующие на магнетики в магнитном поле.	Материальные уравнения для линейного изотропного магнетика. Граничные условия для векторов $\mathbf{B}$, $\mathbf{H}$, $\mathbf{M}$.
14.	Основные типы магнитного состояния вещества: диамагнетики, парамагнетики и ферромагнетики.	Классическое описание диамагнетизма. Ларморова прецессия. Теория парамагнетизма Ланжевена. Микроскопические носители магнетизма. Магнитомеханический опыт Эйнштейна — де-Гааза. Механомагнитный опыт Барнетта.	Гиромагнитное отношение.
15.	Ферромагнетики.	Спонтанная намагниченность и температура Кюри. Доменная структура. «Мягкие» и «жесткие» ферромагнетики. Постоянные магниты. Гистерезис намагничивания. Остаточная индукция и коэрцитивная сила. Размерные эффекты в ферромагнетизме: однодоменные частицы и суперпарамагнетизм.	Температурная зависимость намагниченности ферромагнетиков.
16.	Квазистационарные токи и поля.	Условия квазистационарности. Переходные процессы в RC - и LC - цепях. Собственные электромагнитные колебания в RLC	Закон Ома, правила Кирхгофа и закон изменения энергии для цепей квазистационарного тока.

		контуре. Собственные колебания в связанных контурах. Парциальные и нормальные колебания.	
17.	Затухающие и вынужденные колебания в RLC контуре.	Уравнения затухающих и вынужденных колебаний в RLC контуре. Процесс установления вынужденных колебаний. Переменный синусоидальный ток. Работа и мощность переменного тока. Эффективные значения тока и напряжения.	Показатель затухания. Время релаксации. Логарифмический декремент затухания. Добротность контура. Закон Ома для цепей переменного тока.
18.	Метод векторных диаграмм и метод комплексных амплитуд.	Активное, емкостное и индуктивное сопротивления. Импеданс. Резонанс напряжений. Резонансные кривые и их характеристики. Резонанс токов.	Фазовые и амплитудные соотношения для напряжений и токов при резонансе, больших и малых частотах.
19.	Правила Кирхгофа для цепей переменного тока.	Техническое использование переменных токов. Трансформатор: принцип действия, устройство, применение. Роль сердечника. Генераторы и электродвигатели переменного тока.	Коэффициент трансформации.
20.	Трехфазный ток.	Получение и использование вращающегося магнитного поля. Соединение обмоток генератора и нагрузки «звездой» и «треугольником». Фазное и линейное напряжения. Высокочастотные токи. Скинэффект.	Обобщённое волновое уравнение. Толщина скинслоя.
21.	Система уравнений Максвелла для вакуума и сплошной среды.	Ток смещения. Электромагнитные волны. Классификация, скорость распространения, поляризация, энергия электромагнитных волн. Вектор Умова-Пойнтинга.	Уравнения Максвелла. Волновое уравнение. Связь электрической и магнитной компонент в электромагнитной волне.
22.	Классическая теория электронной проводимости Друде – Лоренца.	Опыт Толмена и Стюарта. Понятие о зонной теории твердых тел: диэлектриков, полупроводников и металлов. Сверхпровод-	Законы Ома, Джоуля – Ленца и Видемана – Франца в рамках классической теории прово-

		мость. Эффект Мейснера. Критическое поле. Высокотемпературная сверхпроводимость.	димости.
23.	Полупроводники.	Собственная и примесная проводимость полупроводников. Полупроводники p - и n -типа, p - n -переход. Применение полупроводников: полупроводниковые диоды, транзисторы, фотодиоды, фоторезисторы. Контактные явления.	Термоэлектрические эффекты (Зеемана, Пельтье, Томсона).

§2. План семинарских занятий по курсу «Электричество и магнетизм». Тематика базовых задач.

Семинары по курсу «Электричество и магнетизм» рассчитаны на 30 занятий, из которых 4 выделены на проведение контрольных работ. Рассмотрим тематическое планирование семинарских занятий, выделив для каждой темы семинара тематику базовых задач (примеры таких задач рассмотрены в специальных пособиях, разработанных на кафедре общей физики для студентов и для преподавателей).

Семинар 1. *Электростатическое поле в вакууме. Закон Кулона. Напряженность электрического поля. Принцип суперпозиции.*

Применение закона Кулона и принципа суперпозиции для расчета напряженностей полей, создаваемых различными конфигурациями электрических зарядов. Случаи дискретного, линейного, поверхностного и объемного распределения зарядов.

Семинар 2. *Электростатическая теорема Остроградского-Гаусса.*

Применение теоремы Остроградского-Гаусса для вычисления напряженностей электростатических полей, создаваемых симметричными системами зарядов. Следствия теоремы Остроградского-Гаусса и их использование для решения некоторых задач электростатики.

Семинар 3. *Работа сил и потенциал электростатического поля.*

Нахождение потенциала электростатических полей создаваемых различными конфигурациями электрических зарядов. Вычисление работы сил, действующих в электростатических полях. Нахождение напряженности электрического поля по известному распределению потенциала в пространстве.

Семинар 4. *Уравнения Пуассона и Лапласа. Электрический диполь и его поле.*

Нахождение распределения потенциала в пространстве по известному распределению электрических зарядов в пространстве (путем решения уравнений Пуассона и Лапласа). Напряженность и потенциал поля электрического диполя.

Семинар 5. Проводники в электростатическом поле.

Теорема Фарадея и ее применение для решения задач о нахождении распределения потенциала и напряженности поля в системах, содержащих заряженные проводники. Случаи плоской, цилиндрической и сферической симметрии. Давление электрического поля. Силы, действующие на проводники в электрическом поле.

Семинар 6. Метод электростатических изображений.

Сущность метода электростатических изображений. Отыскание электростатических изображений точечного заряда в проводящих плоскости и шаре. Сила взаимодействия между точечным зарядом и проводящим шаром (случаи заземленного, заряженного, незаряженного шара).

Семинар 7. Емкость. Простые конденсаторы и их соединения.

Емкость плоского, цилиндрического, сферического конденсатора. Последовательное, параллельное смешанное соединение конденсаторов. Преобразование «звезда» – «треугольник». Емкость уединенного проводника. Соединение уединенной сферы с Землей.

Семинар 8. Контрольная работа №1 на темы семинаров 1-7.

Предлагается 3-5 задач разного уровня трудности по изученным темам.

Семинар 9. Однородный диэлектрик в электростатическом поле. Граничные условия.

Напряженность и индукция электростатического поля в диэлектрике. Вектор поляризации. Диэлектрическая проницаемость и восприимчивость. Граничные условия для составляющих векторов $\mathbf{E}$ и $\mathbf{D}$ на границе двух диэлектриков. Случаи плоской и сферической симметрии.

Семинар 10. Неоднородный диэлектрик в электростатическом поле.

Нахождение объемной плотности поляризационных зарядов в неоднородном диэлектрике.

Семинар 11. Диэлектрики с заданным статическим состоянием поляризации.

Напряженность поля и поляризация внутри ограниченных в пространстве однородных диэлектрических образцов (в полостях). Фактор формы для различных случаев симметричных образцов. Формулы Клаузиуса-Мосотти и Ланжевена.

Семинар 12. Энергия электрического поля.

Собственная и взаимная энергия в системе заряженных проводников. Нахождение энергии электрического поля системы заряженных проводников в вакууме и при наличии диэлектриков. Энергия конденсатора и системы конденсаторов. Перезарядка системы конденсаторов.

Семинар 13. Пондеромоторные силы в электрическом поле.

Действие неоднородного электрического поля на диэлектрики (расчет пондеромоторных сил и их моментов). Твердые и жидкие (газообразные) диэлектрики. Влияние наличия зазоров между поверхностями диэлектриков и проводников на пондеромоторные силы.

Семинар 14. Токи в сплошных проводящих средах.

Применение дифференциальных форм законов Ома и Джоуля-Ленца при протекании электрического тока в сплошной проводящей среде.

Семинар 15. *Расчет цепей постоянного тока. Правила Кирхгофа, методы контурных токов и узловых потенциалов.*

ЭДС источника напряжения, работа источника. Применение правил Кирхгофа для расчета разветвленных цепей постоянного тока. Метод контурных токов и метод узловых потенциалов, как альтернативные методы расчета.

Семинар 16. *Контрольная работа №2 на темы семинаров 9-15.*

Предлагается 3-5 задач разного уровня трудности по изученным темам.

Семинар 17. *Магнитные поля проводников с током. Закон Био-Савара-Лапласа.*

Расчет индукции магнитного поля, создаваемого различными проводниками с током, путем непосредственного применения закона Био-Савара-Лапласа.

Семинар 18. *Магнитные поля проводников с током. Теорема о циркуляции. Векторный потенциал.*

Применение теоремы о циркуляции для расчета напряженностей магнитных полей, создаваемых симметрично распределенными электрическими токами. Понятие о векторном потенциале. Нахождение напряженности магнитного поля по известному векторному потенциалу.

Семинар 19. *Сила Ампера. Сила Лоренца. Движение заряженных частиц в электромагнитных полях.*

Нахождение сил, действующих на проводник с током и на заряженные частицы в различных постоянных электрических и магнитных полях. Движение заряженной частицы в скрещенных электрическом и магнитном полях.

Семинар 20. *Закон электромагнитной индукции.*

Отыскание потока вектора магнитной индукции через различные контуры. Применение закона электромагнитной индукции Фарадея и правила Ленца для отыскания модуля и знака ЭДС индукции в проводящих контурах.

Семинар 21. *Самоиндукция и взаимная индукция. Энергия магнитного поля.*

Индуктивные коэффициенты. Расчет энергии магнитного поля при различных конфигурациях проводников с током. Определение коэффициентов индукции и самоиндукции путем вычисления потока через замкнутый контур и путем вычисления энергии магнитного поля. Давление магнитного поля.

Семинар 22. *Контрольная работа №3 на темы семинаров 17-21.*

Предлагается 3-5 задач разного уровня трудности по изученным темам.

Семинар 23. *Пондеромоторные силы и работа в магнитном поле.*

Потенциальная функция электрического тока. Расчет сил, действующих на проводники с током в поле других проводников с током.

Семинар 24. *Магнитное поле в магнетиках. Граничные условия. Метод молекулярных токов.*

Напряженность и индукция магнитного поля в магнетиках. Вектор намагниченности. Магнитная проницаемость и восприимчивость. Граничные условия для составляющих векторов $\mathbf{H}$ и $\mathbf{B}$ на границе двух магнетиков. Применение метода молекулярных токов.

Семинар 25. *Поле постоянных магнитов. Магнетики во внешнем магнитном поле. Факторы формы магнетика.*

Магнитные заряды (формальная аналогия между электростатикой и магнитостатикой). Взаимодействие постоянных магнитов. Индукция поля и намагниченность внутри ограниченных в пространстве однородных диа- и парамагнитных образцов (и в полостях). Фактор формы для различных случаев симметричных образцов. Ферромагнетизм.

Семинар 26. *Энергия магнитного поля и пондеромоторные силы в магнетиках.*

Твердые и жидкие парамагнетики и диамагнетики в неоднородном магнитном поле: пондеромоторные силы и их моменты. Расчет энергии магнитного поля при наличии магнетиков.

Семинар 27. *Переходные процессы в электрических цепях.*

Расчеты переходных процессов в RC - и RL -цепях. Установление токов и напряжений. Времена релаксации. Экстратоки замыкания и размыкания.

Семинар 28. *Расчет цепей переменного тока. Методы комплексных амплитуд и векторных диаграмм. Мощность в цепях переменного тока.*

Применение методов комплексных амплитуд и векторных диаграмм для расчета цепей переменного тока. Активное, индуктивное и емкостное сопротивление. Импеданс цепи. Мощность, выделяющаяся в цепи переменного тока.

Семинар 29. *Свободные и вынужденные электрические колебания в контурах. Резонанс напряжений и токов.*

Свободные и вынужденные колебания в LC - и в RLC -контурах. Добротность. Параллельный и последовательный контур. Условия возникновения резонанса напряжений и токов. Амплитудно-частотная и фазово-частотная характеристики колебательных контуров.

Семинар 30. *Контрольная работа №4 на темы семинаров 24-29.*

Предлагается 3-5 задач разного уровня трудности по изученным темам.

§3. Задачи физического практикума по курсу «Электричество и магнетизм».

Задачи практикума по курсу «Электричество и магнетизм» структурно разделены на четыре тематические группы. Перечислим названия этих задач, указав их распределение по группам.

I. Электростатика и явления в диэлектриках.

1. Электростатическое поле.
2. Сегнетоэлектрики.
3. Поляризация диэлектрика в переменном электрическом поле.

II. Магнитостатика и явления в магнетиках.

1. Создание и измерение магнитного поля.
2. Удельный заряд электрона.
3. Эффект Холла.
4. Магнитный момент.
5. Ларморова прецессия.
6. Ферромагнетики.
7. Температура Кюри.

III. Переходные процессы в цепях, вынужденные электромагнитные колебания, связанные контуры.

1. Переходные процессы.
2. Переходные процессы в длинных линиях.
3. Двухпроводная линия.
4. Мостовые схемы.
5. RC-генератор.
6. Фазовые методы измерения параметров цепи.
7. Фазовые соотношения.
8. Резонанс в цепи переменного тока.
9. Связанные контуры (емкостная связь).
10. Связанные контуры (индуктивная связь).
11. Скин-эффект (резонансный метод).

IV. Явления в полупроводниках и контактные явления.

1. Полупроводниковый диод.
2. Транзистор.
3. Работа выхода электрона.
4. Изучение контактных явлений на примере *p-n*-перехода.

Рекомендованная литература.

1. Грабовский М.А., Млодзеевский А.Б., Телеснин Р.В. и др. Лекционные демонстрации по физике. / Под ред. Ивероновой В.И. – М.: Наука, 1972. – 640 с.
2. Каминская Т.П., Матюнин А.В., Нифанов А.С., Поляков П.А., Салецкий А.М., Слепков А.И., Шабарчин Ю.Л. Электричество и магнетизм. Лекционный эксперимент. / Под ред. проф. А. М. Салецкого. – Учебное пособие. М.: Физический факультет МГУ, 2015. – 280 с.
3. Киселев Д.Ф., Жукарев А.С., Иванов С.А., Киров С.А., Лукашева Е.В. Электричество и магнетизм. Методика решения задач / Учебное пособие. М.: Физический факультет МГУ, 2010. – 332 с.
4. Физический практикум / Под ред. В.И. Ивероновой. / М.: Государственное издательство физико-математической литературы, 1962. – 961 с.

Глава 6.

Структура и содержание учебной дисциплины на физическом факультете МГУ

(на примере избранных разделов общего курса физики).

Раздел «Оптика». План лекций. Модели и законы.

План семинарских занятий. Тематика базовых задач.

Физический практикум.

§1. План лекций по курсу «Оптика». Важнейшие физические модели, определения, законы и формулы, изучаемые в курсе.

Еще один основополагающий учебный курс, являющийся частью курса общей физики – это «Оптика».

Лекционный курс «Оптика», согласно плану, разбит на 23 лекции. Проанализируем этот план и выделим основные элементы знаний – физические модели и определения, а также физические законы и формулы, которые рассматриваются и изучаются в ходе чтения лекций.

№ лекции	Тема лекции	Физические модели и определения	Физические законы и формулы
1	Электромагнитная теория света.	Предмет изучения и разделы оптики. Скорость света. Бегущие электромагнитные волны. Плоские и сферические волны.	Уравнения Максвелла и материальные уравнения. Волновое уравнение.
2.	Гармоническая волна	Модели реальных световых волн, модулированные волны, световые пучки и импульсы.	Комплексная форма представления гармонической волны.
3.	Свойства плоских волн.	Ориентация и взаимосвязь полевых векторов. Поляризация света. Поток энергии электромагнитной волны. Интенсивность света. Энергетика световых пучков и импульсов.	Вектор Умова-Пойнтинга. Закон изменения энергии электромагнитного поля. Объемная плотность импульса и давление электромагнитной волны.
4.	Метод спектрального описания волновых полей.	Фурье-анализ и фурье-синтез волновых полей. Преобразования Фурье. Спектральные амплитуда, фаза и плотность. Свойства преобразований Фурье.	Соотношение между длительностью импульса и шириной спектра. Теорема Планшереля.

		Спектральная плотность интенсивности.	
5.	Классическое описание излучения света.	Дипольное излучение осциллятора. Затухающий осциллятор как модель излучающего «атома», время радиационного затухания. Излучение ансамбля статистически независимых осцилляторов. Ударное и доплеровское уширение спектральной линии. Однородное и неоднородное уширение линии.	Естественная форма и ширина линии излучения.
6.	Интерференция света.	Двухволновая интерференция монохроматических волн. Интерференция квазимонохроматического света. Спектральное описание, время и длина когерентности. Временное описание, функция временной корреляции.	Уравнение интерференции и функция видности. Линейная и угловая ширины интерференционных полос.
7.	Взаимосвязь спектра и функции временной корреляции.	Понятие о фурье-спектроскопии. Степень временной когерентности и функция видности. Пространственная когерентность. Звездный интерферометр Майкельсона.	Угол и радиус когерентности. Функция пространственно-временной корреляции. Степень пространственно-временной когерентности и функция видности.
8.	Методы получения интерференционных картин.	Деление волнового фронта и деление амплитуды, реализации методов. Интерференция в тонких пленках. Полосы равной толщины и равного наклона. Многоволновая интерференция. Интерферометр Фабри-Перо и пластинка Люммера-Герке. Интерференционные фильтры и зеркала.	Формулы Эйри.
9.	Дифракция света.	Метод зон Френеля. Радиус и площадь зоны Френеля. Число Френеля. Метод векторных диаграмм. Зон-	Принципы Гюйгенса и Гюйгенса-Френеля. Дифракционный интеграл

		ные пластинки и линза.	Френеля. Теорема обратимости Гельмгольца. Принцип дополнительности Бабине.
10.	Простейшие дифракционные задачи.	Спираль Френеля. Пятно Пуассона. Спираль Корню. Ближняя и дальняя зоны дифракции. Дифракционная длина. Дифракционная расходимость пучка в дальней зоне. Фокусировка света, как дифракционное явление.	Дифракция на круглом отверстии и круглом экране. Дифракция на крае полубесконечных экрана и щели.
11.	Понятие о теории дифракции Кирхгофа.	Приближения Френеля и Фраунгофера. Дифракция в дальней зоне как пространственное преобразование Фурье. Угловой спектр пучка.	Дифракционный интеграл Френеля-Кирхгофа. Связь ширины спектра с поперечными размерами пучка.
12.	Дифракция Фраунгофера на пространственных структурах.	Дифракция Фраунгофера на прямоугольном отверстии, круглом отверстии и щели. Функция пропускания. Амплитудные и фазовые дифракционные решетки. Дифракция на акустических волнах.	Распределение интенсивности в дифракционной картине, интерференционная функция.
13.	Спектральный анализ световых полей.	Спектроскопия с пространственным разложением спектров. Дисперсионные, дифракционные и интерференционные спектральные приборы. Их основные характеристики.	Аппаратная функция, угловая и линейная дисперсии, разрешающая способность и область дисперсии спектральных приборов.
14.	Преобразование и синтез световых полей.	Понятие о дифракционной теории формирования изображений. Роль дифракции в приборах, формирующих изображение: линзе, телескопе и микроскопе. Запись и восстановление светового поля. Голлография.	Специальные методы наблюдения фазовых объектов: метод темного поля и метод фазового контраста.
15.	Распространение света в веществе.	Поляризуемость молекулы и среды. Дисперсия света. Классическая электронная теория дисперсии. Фазовая	Поглощение света (закон Бугера). Зависимости показателя преломления и

		и групповая скорости. Дисперсионное расплывание волновых пакетов. Дисперсионная длина.	коэффициента поглощения от частоты. Дисперсионная формула Зельмеера. Формула Рэлея.
16.	Оптические явления на границе раздела изотропных диэлектриков.	Законы отражения и преломления света. Эффект Брюстера и явление полного внутреннего отражения. Энергетические соотношения при преломлении и отражении света.	Формулы Френеля.
17.	Распространение света в анизотропных средах.	Описание диэлектрических свойств анизотропных сред. Плоские электромагнитные волны в анизотропной среде. Структура световой волны, фазовая и лучевая скорости. Одноосные и двухосные кристаллы.	Уравнения Френеля для фазовых и лучевых скоростей. Эллипсоид лучевых скоростей и лучевая поверхность.
18.	Оптические свойства одноосных кристаллов.	Обыкновенный и необыкновенный лучи. Отрицательные и положительные кристаллы. Двойное лучепреломление и поляризация света. Поляризационные приборы, четвертьволновая и полуволновая пластинки. Анизотропия оптических свойств, наведенная механической деформацией, электрическим и магнитным полями.	Построение Гюйгенса.
19.	Рассеяние света.	Излучение элементарного рассеивателя. Молекулярное рассеяние. Индикатриса рассеяния, поляризация рассеянного света. Элементы статистической теории рассеяния. Основные особенности молекулярного рассеяния. Рассеяние света в мелкодисперсных и мутных средах.	Закон Рэлея. Формулы Эйнштейна и Рэлея.
20.	Излучение света.	Тепловое излучение. Излучательная и поглощатель-	Формула Рэлея-Джинса. Закон Сте-

		ная способности вещества и их соотношение. Модель абсолютно черного тела. Ограниченность классической теории излучения.	фана-Больцмана. Формула смещения Вина. Формула Планка.
21.	Основные представления квантовой теории излучения.	Излучение света атомами и молекулами. Квантовые свойства атомов. Взаимодействие двухуровневой системы с излучением. Типы радиационных переходов. Многоуровневые системы. Структура энергетических уровней атомов, молекул и твердых тел. Явление люминесценции.	Постулаты Бора. Коэффициенты Эйнштейна. Формула Планка.
22.	Лазеры – устройство и принцип работы.	Резонансное усиление света. Инверсная заселенность энергетических уровней и коэффициент усиления. Получение инверсной заселенности в трехуровневой системе. Ширина линии усиления. Принципиальная схема лазера. Продольные и поперечные моды. Спектральный состав излучения лазера. Синхронизация мод, генерация сверхкоротких импульсов.	Условия стационарной генерации (баланс фаз и амплитуд).
23.	Нелинейные оптические явления.	Поляризация среды в поле высокоинтенсивного лазерного излучения. Среда с квадратичной и кубической нелинейностью.	Оптическое детектирование и генерация второй гармоники. Самофокусировка волновых пучков и генерация третьей гармоники.

§2. План семинарских занятий по курсу «Оптика». Тематика базовых задач.

Семинары по курсу «Оптика» рассчитаны на 28 занятий, из которых 4 выделены на проведение контрольных работ. Рассмотрим тематическое планирование семинарских занятий, выделив для каждой темы семинара тематику базовых задач (примеры таких задач рассмотрены в специальных пособи-

ях, разработанных на кафедре общей физики для студентов и для преподавателей).

Семинары 1-2. Геометрическая оптика.

Отражение и преломление света. Зеркала, линзы и простейшие оптические системы. Приемы построения изображений. Схемы оптических приборов (лупа, микроскоп, телескоп, фотоаппарат). Кардинальные элементы центрированной оптической системы. Построение изображений в системах тонких линз и сферических зеркал. Толстые линзы. Формулы Ньютона. Инвариант Аббе.

Семинар 3. Уравнения Максвелла и материальные уравнения.

Волновое уравнение. Электромагнитные волны и их основные свойства. Скорость света. Комплексная форма представления волны. Плоская и сферическая бегущие волны.

Семинар 4. Стоячая электромагнитная волна.

Ориентация и взаимосвязь полевых векторов в стоячей электромагнитной волне, узлы и пучности. Перенос энергии в стоячей волне. Стоячая волна в лазере. Плотность потока энергии и объемная плотность импульса электромагнитных волн. Интенсивность и давление света.

Семинар 5. Поляризация света.

Линейная, круговая и эллиптическая поляризация. Закон Малюса. Методы получения и анализа поляризованного света. Естественно поляризованный свет.

Семинар 6. Преобразования Фурье.

Спектральные амплитуда и фаза. Соотношение между длительностью импульса и шириной спектра. Спектры и спектральная плотность интенсивности различных сигналов (прямоугольный импульс, «цуг» синусоиды, затухающий квазигармонический сигнал, гауссовский импульс).

Семинар 7. Контрольная работа №1 на темы семинаров 1-6.

Предлагается 3-5 задач разного уровня трудности по изученным темам.

Семинары 8-9. Двухволновая интерференция.

Уравнение интерференции. Схема Юнга. Анализ простейших интерференционных схем (клин, бизеркало и бипризма Френеля, билинза Бийе, зеркало Ллойда). Понятие о полосах равной толщины и равного наклона. Интерферометр Майкельсона.

Семинар 10. Интерференция квазимонохроматического света.

Интерференция квазимонохроматического света от двух точечных источников (на примере схемы Юнга). Функция видности. Длина и время когерентности. Анализ спектральных характеристик источника по интерференционной картине. Временное описание, функция временной корреляции.

Семинар 11. Интерференция света от протяженных квазимонохроматических источников.

Интерференция света от протяженных квазимонохроматических источников (на примере схемы Юнга). Пространственная когерентность, радиус

когерентности. Зависимость видности интерференционной картины от размеров источника. Звездный интерферометр Майкельсона.

Семинар 12. *Интерференция в тонких пленках.*

Полосы равной толщины и равного наклона, их локализация. Наблюдение интерференционной картины с помощью плоскопараллельной пластины.

Семинар 13. *Многоволновая интерференция.*

Интерферометр Фабри-Перо. Формулы Эйри. Стопа Столетова. Пластинка Люммера-Герке.

Семинар 14. *Контрольная работа №2 на темы семинаров 8-13.*

Предлагается 3-5 задач разного уровня трудности по изученным темам.

Семинары 15-16. *Дифракция света (приближение Френеля).*

Принцип Гюйгенса-Френеля. Дифракция на круглом отверстии, спираль и зоны Френеля. Дифракция на прозрачном и непрозрачном диске, пятно Пуассона. Зависимость интенсивности на оси симметрии от радиуса круглого отверстия и непрозрачного диска. Дифракция на краю полубесконечного экрана. Спираль Корню. Зонные пластинки и линза. Ближняя и дальняя зоны дифракции. Дифракционная длина.

Семинары 17-18. *Дифракция света (приближение Фраунгофера).*

Дифракционный интеграл Френеля-Кирхгофа. Приближение Фраунгофера. Дифракция Фраунгофера на щели, прямоугольном и круглом отверстиях. Функция пропускания. Дифракция в дальней зоне как пространственное преобразование Фурье. Угловой спектр пучка. Связь ширины спектра с поперечными размерами пучка. Амплитудная и фазовая дифракционные решетки. Распределение интенсивности в дифракционной картине.

Семинары 19-20. *Характеристики спектральных приборов.*

Основные характеристики дисперсионных, дифракционных и интерференционных спектральных приборов (аппаратная функция, угловая и линейная дисперсии, разрешающая способность и область дисперсии). Характеристики призмы, интерферометров Майкельсона и Фабри-Перо, пластинки Люммера-Герке, дифракционной решетки.

Семинар 21. *Контрольная работа №3 на темы семинаров 15-20.*

Предлагается 3-5 задач разного уровня трудности по изученным темам.

Семинар 22. *Дисперсия света.*

Классическая электронная теория дисперсии. Поглощение света (закон Бугера). Зависимости показателя преломления и коэффициента поглощения от частоты. Фазовая и групповая скорости. Формула Рэлея. Нормальная и аномальная дисперсия. Понятие о волнах в плазме.

Семинар 23. *Оптические явления на границе раздела изотропных диэлектриков.*

Законы отражения и преломления света. Формулы Френеля. Эффект и угол Брюстера. Явление полного внутреннего отражения. Энергетические соотношения при преломлении и отражении света. Коэффициенты отражения и пропускания (по амплитуде и по интенсивности).

Семинары 24-25. *Распространение света в анизотропных средах.*

Структура световой волны в анизотропной среде, фазовая и лучевая скорости. Эллипсоид лучевых скоростей и лучевая поверхность. Оптические свойства одноосных кристаллов. Обыкновенный и необыкновенный лучи. Обыкновенный и необыкновенный показатели преломления. Построение Гюйгенса.

Семинары 26-27. *Двойное лучепреломление и поляризация света.*

Поляризационные приборы. Четвертьволновая и полуволновая пластинки. Получение и анализ эллиптически поляризованного света. Интерференция поляризованного света.

Семинар 28. *Контрольная работа №4 на темы семинаров 22-27.*

Предлагается 3-5 задач разного уровня трудности по изученным темам.

§3. Задачи физического практикума по курсу «Оптика».

Задачи практикума по курсу «Оптика» структурно разделены на три тематические группы. Перечислим названия этих задач, указав их распределение по группам.

I. Геометрическая оптика и интерференция.

1. Исследование простых оптических систем.
2. Определение радиуса кривизны линзы и длины световой волны с помощью колец Ньютона.
3. Определение радиуса кривизны линзы и спектральных характеристик светодиодов с помощью колец Ньютона.
4. Изучение интерференционных явлений с помощью несимметричной бипризмы.
5. Изучение основных явлений интерференции света с помощью интерферометра Майкельсона.
6. Ознакомление с работой интерференционного спектро스코па Фабри – Перо.
7. Изучение влияния размеров источника света на видность интерференционной картины.

II. Дифракция

1. Изучение дифракционной решетки и определение длины световой волны.
2. Изучение роли дифракционных явлений в формировании оптического изображения.
3. Дифракция Френеля.
4. Дифракция Фраунгофера.
5. Основы спектрального анализа.
6. Определение показателя преломления, дисперсии и разрешающей силы стеклянной призмы спектрометра.
7. Дифракция рентгеновских лучей на монокристалле.
8. Дифракция рентгеновских лучей в поликристаллах.

III. Распространение света в оптически неоднородных средах.

1. Получение и исследование поляризованного света.
2. Изучение двойного лучепреломления при распространении света в одноосных анизотропных кристаллах.
3. Изучение явления естественного вращения плоскости поляризации света.
4. Оптические явления на границе раздела диэлектриков. Проверка формул Френеля.
5. Изучение оптического квантового генератора света – лазера.

Рекомендованная литература.

1. Грабовский М.А., Млодзеевский А.Б., Телеснин Р.В. и др. Лекционные демонстрации по физике. / Под ред. Ивероновой В.И. – М.: Наука, 1972. – 640 с.
2. Быков А.В., Митин И.В., Салецкий А.М. Оптика. Методика решения задач / Учебное пособие. М.: Физический факультет МГУ, 2010. – 246 с.
3. Физический практикум / Под ред. В.И. Ивероновой. / М.: Государственное издательство физико-математической литературы, 1962. – 961 с.

Глава 7.

**Структура и содержание учебной дисциплины
на физическом факультете МГУ
(на примере избранных разделов общего курса физики).**

**Разделы «Введение в квантовую физику»
и «Атомная физика». Планы лекций. Модели и законы.
Планы семинарских занятий. Тематика базовых задач.
Особенности преподавания некоторых типов дисциплин.**

§1. План лекций по курсу «Введение в квантовую физику». Важнейшие физические модели, определения, законы и формулы, изучаемые в курсе.

Рассмотрим еще два учебных курса, относящихся к курсу общей физики – это «Введение в квантовую физику» и «Атомная физика».

Начнем с первого из них. Лекционный курс «Введение в квантовую физику», согласно плану, разбит на 15 лекций. Проанализируем этот план подобно тому, как мы делали это для предыдущих курсов.

№ лекции	Тема лекции	Физические модели и определения	Физические законы и формулы
1	Доквантовая история	Основные этапы становления квантовой физики. Экспериментальные свидетельства недостаточности классического описания, приведшие к появлению квантовой физики. Порядки физических величин в квантовой физике. Естественная система единиц.	Постоянная Планка. Соотношения неопределенностей Гейзенберга.
2	Масштабы микромира.	Дискретность атомных состояний. Атомные спектры Экспериментальные закономерности в линейчатых спектрах. Несовместимость закономерностей излучения с классическими представлениями. Опыты Резерфорда. Модели атома. Принцип соответствия. Опыт Франка и Герца.	Постулаты Бора.
3	Волны как частицы.	Корпускулярные свойства электромагнитных волн. Квантовые свойства электромагнитного излучения. Фотоэффект. Фотоны. Регистрация одиночных фотонов.	Энергия и импульс фотона. Формула Планка. Эффект Комптона.

		Опыт Боте. Тепловое излучение. Рассеяние света частицей.	
4	Частицы как волны.	Волновые свойства частиц. Статистический смысл амплитуды волны де Бройля. Экспериментальные подтверждения волновых свойств частиц. Опыт Дэвисона и Джермера. Дифракция электронов, нейтронов, атомов и молекул. Интерференция электронов на двух щелях (схема Юнга).	Гипотеза де Бройля.
5	Атом Бора – Резерфорда.	Постулаты квантовой механики. Описание состояния системы в квантовой теории.	Волновая функция.
6	Уравнение Шредингера.	Стационарные состояния. Операторы основных физических величин. Собственные значения и собственные функции оператора. Принцип суперпозиции состояний. Средние значения физических величин. Коммутирующие и некоммутирующие операторы. Проблема одновременного измерения физических величин. Векторное пространство состояний. Обозначения Дирака.	Уравнение Шредингера.
7	Основные принципы квантовой механики.	Простейшие модели квантовой механики и их физические реализации. Свободная частица. Прохождение частицы через потенциальный барьер. Туннельный эффект. Альфа-распад.	Частица в прямоугольной потенциальной яме. Гармонический осциллятор.
8	Квантование атома водорода.	Движение в центральном поле. Квантование атома водорода. Кратность вырождения энергетических уровней. Спектры щелочных металлов.	Пространственное квантование. Квантовые числа.
9	Физика атомов и молекул.	Опыт Штерна и Герлаха. Спин электрона. Принцип Паули. Заполнение электронных оболочек. Характеристические рентгеновские спектры. Механизмы образования молекул. Типы химических связей. Электронные, колебательные и вращательные уровни энергии молекул. Методы исследования молекулярных	Периодическая система элементов Менделеева.

		спектров: люминесценция, ИК поглощение, комбинационное рассеяние света.	
10	Квантовые статистики.	Ансамбли квантовых частиц и элементы физики конденсированного состояния Фермионы, бозоны. Идеальные квантовые газы. Плотность квантовых состояний.	Принцип тождественности квантовых частиц. Статистика Ферми – Дирака.
11	Свободные электроны в металле.	Квантовая теория свободных электронов в металле. Импульс и энергия Ферми. Понятие о Бозе – Эйнштейновской конденсации.	Теплоемкость электронного газа. Статистика Бозе – Эйнштейна.
12	Физика твердого тела.	Колебания кристаллической решетки. Фононы. Теория Эйнштейна. Теория Дебая.	Теплоемкость кристаллических решеток.
13	Зонная теория проводимости.	Электроны в периодическом потенциале. Металлы. Полупроводники. Диэлектрики.	Энергетические зоны в кристаллах.
14	Физические основы квантовой электроники.	Спонтанное и вынужденное излучение. Естественное время жизни уровня. Уширение спектральных линий. Квантовые генераторы.	Коэффициенты Эйнштейна, связь с формулой Планка.
15	Квантовый размерный эффект.	Общие представления о наноструктурах. Методы получения и применения наноструктур.	Энергетический спектр и плотность состояний квантовых ям, квантовых проволок и квантовых точек.

§2. План семинарских занятий по курсу «Введение в квантовую физику». Тематика базовых задач.

Семинары по курсу «Введение в квантовую физику» рассчитаны на 15 занятий, из которых 2 выделены на проведение контрольных работ. Рассмотрим тематическое планирование семинарских занятий.

Семинар 1. *Корпускулярные свойства электромагнитных волн.*

Фотоны. Основные характеристики света в рамках волновой и корпускулярной моделей. Излучение абсолютно черного тела. Внешний фотоэффект и его законы. Коротковолновая граница тормозного рентгеновского излучения. Давление света. Эффект Комптона.

Семинар 2. *Волновые свойства частиц.*

Волны де Бройля. Уравнения де Бройля. Длина волны де Бройля. Волновая функция частицы и ее вероятностная интерпретация. Дифракция и интерференция частиц. Соотношение неопределенности Гейзенберга. Дисперсия волн де Бройля.

Семинар 3. Модель атома Резерфорда – Бора.

Постулаты и правило квантования Бора. Порядки физических величин. Обобщенная формула Бальмера. Спектральные серии атома водорода.

Семинар 4. Основы формализма квантовой механики.

Волновая функция. Операторы основных физических величин. Собственные значения и собственные функции оператора. Среднее значение и дисперсия физической величины. Принцип суперпозиции состояний.

Семинары 5-6. Стационарное уравнение Шредингера.

Одномерные задачи. Прохождение частицы через потенциальный барьер. Туннельный эффект. Стационарные состояния в прямоугольной потенциальной яме. Линейный гармонический осциллятор.

Семинар 7. Контрольная работа №1 на темы семинаров 1-6.

Предлагается 3-5 задач разного уровня трудности по изученным темам.

Семинар 8. Атомы. Квантование момента импульса.

Квантование атома водорода. Спин электрона. Принцип запрета Паули. Заполнение электронных оболочек. Периодическая система элементов Менделеева.

Семинар 9. Молекулы.

Типы химических связей. Колебательная, вращательная и электронная энергия молекул.

Семинар 10. Ансамбли квантовых частиц.

Ферми- и бозе-частицы. Плотность квантовых состояний. Статистические закономерности ансамблей частиц. Ферми-частицы. Функция распределения Ферми–Дирака. Свободные электроны в металле. Бозе-частицы. Функция распределения Бозе–Эйнштейна. Формула Планка.

Семинар 11. Элементы квантовой теории твердого тела.

Фононы. Решеточная теплоемкость. Температура Дебая. Электронная теплоемкость металлов.

Семинар 12. Зонная теория твердых тел.

Электроны в периодическом потенциале. Энергетический спектр электронов в кристаллах (разрешенные и запрещенные зоны). Диэлектрики, металлы, полупроводники.

Семинар 13. Основы квантовой электроники.

Спонтанное и вынужденное излучение. Коэффициенты Эйнштейна, связь с формулой Планка. Квантовые генераторы.

Семинар 14. Квантовый размерный эффект.

Энергетический спектр и плотность состояний в наноструктурах: квантовые точки, квантовые нити, квантовые ямы.

Семинар 15. Контрольная работа №2 на темы семинаров 8-14.

Предлагается 3-5 задач разного уровня трудности по изученным темам.

§3. План лекций по курсу «Атомная физика». Важнейшие физические модели, определения, законы и формулы, изучаемые в курсе.

Лекционный курс «Атомная физика», согласно плану, также разбит на 15 лекций. Проведем анализ этого плана.

№ лекции	Тема лекции	Физические модели и определения	Физические законы и формулы
1	Модели атома.	Микромир. Порядки физических величин в атомной физике. Масштабы. Константы. Невозможность описания явлений в микромире в рамках классической теории.	
2	Корпускулярные свойства электромагнитных волн.	Квантовые свойства электромагнитного излучения. Фотоны. Формула Планка. Тепловое излучение. Рассеяние света частицей.	Энергия и импульс фотона.
3	Волновые свойства частиц.	Экспериментальные подтверждения волновых свойств частиц. Дифракция электронов, нейтронов, атомов и молекул. Интерференция электронов на двух щелях (схема Юнга).	Гипотеза де Бройля.
4	Атом водорода по Бору.	Модель атома Томсона. Опыты Резерфорда. Планетарная модель атома и проблема устойчивости атомов. Квантование момента импульса. Постулаты Бора. Принцип соответствия. Экспериментальное доказательство дискретной структуры атомных уровней. Опыты Франка и Герца. Изотопический сдвиг атомных уровней, m -атомы, позитроний. Водородоподобные ионы. Релятивистское обобщение модели Бора. Постоянная тонкой структуры. Критический заряд $Z = 137$.	Серийные закономерности в спектре атома водорода. Комбинационный принцип.
5	Уравнение Шредингера.	Основы квантовой механики. Квантовая система, ее состояние, измеряемые параметры. Волновая функция, ее свойства. Стационарные и нестационарные состояния. Операторы физических величин. Собственные значения и собственные функции операторов. Среднее значение и дисперсия физической величины. Гамильтониан. Определение энергии	Уравнение Шредингера. Плотность вероятности и плотность потока вероятности.

		ческого спектра системы как задача на собственные значения оператора Гамильтона. Дискретный спектр и континуум.	
6	Основные принципы квантовой механики.	Одномерные задачи: свободное движение частицы; прямоугольная потенциальная яма; гармонический осциллятор. Квazистационарное состояние. Ширина уровня и время распада. Основы квантовомеханической теории возмущений. Тождественность микрочастиц. Бозоны и фермионы. Системы ферми- и бозе-частиц.	Принцип Паули.
7-8	Квантование атома водорода.	Одноэлектронный атом. Уравнение Шредингера с центрально-симметричным потенциалом. Разделение переменных. Операторы L^2 , L_z , их собственные значения и функции. Радиальное уравнение. Уровни энергии. Квантовые числа. Атом водорода. Вырождение уровней по орбитальному моменту. Экспериментальное определение магнитных моментов. Опыт Штерна и Герлаха. Гипотеза Уленбека и Гаудсмита. Спин электрона. Собственный магнитный момент электрона. Понятие о правилах сложения невзаимодействующих моментов количества движения. Спин-орбитальное взаимодействие. Тонкая структура спектра атома водорода.	Уровни энергии и волновые функции стационарных состояний, их свойства. Орбитальный механический и магнитный моменты электрона. Магнетон Бора. Спиновое гиромагнитное отношение. Формула тонкой структуры (Дирака).
9-10	Многоэлектронные атомы.	Общие принципы описания многоэлектронного атома. Представление о распределении объемного заряда и электростатического потенциала в атоме. Одноэлектронное состояние. Заполнение атомных состояний электронами. Атомные оболочки и подоболочки. Электронная конфигурация. Иерархия взаимодействий в многоэлектронном атоме. Приближение LS и jj -связей. Терм. Тонкая структура терма. Спин и магнитный момент нуклонов и ядра. Сверхтонкая структура атомных спектров.	Правило интервалов Ланде. Правило Хунда.

		Изотопические эффекты в атомах. Атомы щелочных металлов. Атом гелия. Симметрия волновой функции относительно перестановки электронов. Синглетные и триплетные состояния. Обменное взаимодействие. Основное состояние атома гелия. Понятие об автоионизации. Периодическая система элементов. Основные термы атомов.	
11	Взаимодействие квантовой системы с излучением.	Квантовая система в поле электромагнитной волны. Дипольное приближение. Вероятность перехода. Матричный элемент оператора дипольного момента. Понятие о правилах отбора. Разрешенные и запрещенные переходы. Общие представления об электромагнитных переходах в многоэлектронном атоме. Правило Лапорта. Представление о квантовом электромагнитном поле. Электромагнитный вакуум. Фотоны. Спонтанные переходы. Естественная ширина спектральной линии. Лэмбовский сдвиг. Опыт Лэмба и Резерфорда.	Спектральные серии (атомы водорода, гелия, щелочных металлов).
12	Рентгеновские спектры.	Переходы внутренних электронов в атомах. Характеристическое рентгеновское излучение. Эффект Оже.	Закон Мозли.
13	Атом в поле внешних сил.	Атом в магнитном поле. Слабое и сильное поле. Фактор Ланде. Опыт Штерна и Герлаха. Электронный парамагнитный резонанс (ЭПР).	Эффекты Зеемана и Пашена – Бака.
14-15	Молекулы.	Адиабатическое приближение. Молекулярный ион водорода. Молекула водорода. Химическая связь. Ковалентная и ионная связи. Валентность. Насыщение химических связей. Молекулярная орбиталь. Общие представления о колебательном и вращательном движении ядер в молекулах. Спектры двухатомных молекул. Электронно-колебательный – вращательный переход. Некоторые сведения о систематике состояний двухатомной молекулы.	Правила отбора для электромагнитных переходов в двухатомных молекулах.

§4. План семинарских занятий по курсу «Атомная физика». Тематика базовых задач.

Семинары по курсу «Атомная физика» тоже рассчитаны на 15 занятий, из которых 2 выделены на проведение контрольных работ.

Семинары 1-2. Первые модели атомов.

Модели атомов Томсона и Резерфорда. Атом водорода по Бору. Постулаты Бора. Правила квантования. Порядки физических величин. Недостатки теории Бора.

Семинары 3-4. Основы квантовой механики.

Постулаты квантовой механики. Операторы физических величин. Собственные значения и собственные функции операторов. Волновая функция, ее свойства. Уравнение Шредингера. Среднее значение и дисперсия физической величины. Проблема совместных измерений физических величин. Гамильтониан. Определение энергетического спектра системы как задача на собственные значения оператора Гамильтона на примерах одномерных задач: свободное движение частицы; прямоугольная потенциальная яма; гармонический осциллятор. Дискретный спектр и континуум. Стационарные и нестационарные состояния. Плотность вероятности и плотность потока вероятности. Зависимость средних от времени. Основы стационарной теории возмущений.

Семинар 5. Пространственное квантование.

Спин электрона. Операторы L^2 , L_z , их собственные значения и функции. Орбитальный механический и магнитный моменты электрона. Магнетон Бора. Опыт Штерна и Герлаха. Спин электрона. Собственный магнитный момент электрона. Спиновое гироманнитное отношение. Правила сложения невзаимодействующих моментов количества движения. Спиновая часть волновой функции электрона.

Семинар 6. Одноэлектронный атом.

Движение в центрально-симметричном потенциальном поле. Атом водорода. Уровни энергии и волновые функции стационарных состояний.

Семинар 7. Тождественность микрочастиц.

Симметрия волновой функции относительно перестановки электронов. Атом гелия. Синглетные и триплетные состояния. Обменное взаимодействие. Основное состояние атома гелия.

Семинар 8. Контрольная работа №1 на темы семинаров 1-7.

Предлагается 3-5 задач разного уровня трудности по изученным темам.

Семинары 9-10. Многоэлектронные атомы.

Тонкая и сверхтонкая структура атомных спектров. Заполнение атомных состояний электронами. Атомные оболочки и подоболочки. Электронная конфигурация. Периодическая система элементов. Правило Хунда. Основные термы атомов. Тонкая структура терма. Правило интервалов Ланде. Спин и магнитный момент нуклонов и ядра. Сверхтонкая структура атомных спек-

тров. Электромагнитные переходы в атомах. Правила отбора Изотопические эффекты. Атомы щелочных металлов.

Семинар 11. *Рентгеновские спектры.*

Характеристическое рентгеновское излучение. Закон Мозли.

Семинар 12. *Атом в магнитном поле.*

Слабое и сильное поле. Фактор Ланде. Экспериментальное определение магнитных моментов. Эффекты Зеемана и Пашена – Бака. Электронный парамагнитный резонанс (ЭПР).

Семинар 13. *Основы физики молекул.*

Химическая связь. Ковалентная и ионная связи. Общие представления о колебательном и вращательном движении ядер в молекулах. Спектры двухатомных молекул. Электронно-колебательный – вращательный переход. Основы систематики состояний двухатомной молекулы.

Семинар 14. *Контрольная работа №2 на темы семинаров 9-13.*

Предлагается 3-5 задач разного уровня трудности по изученным темам.

Семинар 15. *Разбор контрольной работы. Подведение итогов.*

§5. Особенности преподавания математических дисциплин, дисциплин курса теоретической физики и специальных курсов для студентов бакалавриата естественнонаучных направлений классических университетов.

В завершение нашего лекционного курса поговорим немного об особенностях преподавания математических дисциплин, дисциплин курса теоретической физики и специальных курсов для студентов бакалавриата. Преподавание этих дисциплин, с одной стороны, должно соответствовать общим принципам дидактики. С другой стороны, при изложении учебного материала по этим дисциплинам нужно учитывать их особую специфику.

Начнем с обсуждения особенностей методики преподавания *математических дисциплин*. Можно выделить следующие основные методы их преподавания.

1) Аксиоматический метод обучения – широко применяется при чтении лекций. Поскольку математика изучает формы и отношения, отвлекаясь от их содержания, то все математические доказательства проводятся путем логического рассуждения. Поэтому можно применять следующий метод установления истинности положений. Сначала некоторые положения принимаются за исходные (их называют аксиомами). Затем истинность всех других положений (их называют теоремами) устанавливается с помощью логического доказательства. При этом используются правила логического следования, гарантирующие истинность заключений при условии истинности посылок.

2) Метод программированного обучения – может применяться при проведении семинарских занятий. При применении этого метода преподавателем проводится классификация задач, и решение задачи каждого типа представляется в виде строгой последовательности элементарных операций.

В задачу обучающегося входит приобретение навыка «узнавания» типа задачи и применения известного набора элементарных операций, которые заведомо приводят к правильному ответу.

3) Метод проблемного обучения – может применяться при проведении семинарских занятий или чтении специальных курсов. Сущность метода состоит в последовательном создании преподавателем в учебных целях проблемных ситуаций с их последующим разрешением. Реализацию метода можно разделить на четыре этапа. На первом этапе преподаватель создает проблемную ситуацию для того, чтобы обучающиеся осознали противоречия в изучаемом явлении. Затем преподаватель организует размышление над проблемной ситуацией, в результате чего обучающиеся формулируют проблему. Далее преподаватель организует поиск и проверку гипотез, необходимой для разрешения проблемной ситуации – на этом этапе обучающиеся выдвигают различные гипотезы и проверяют их. Наконец, после того, как одна из гипотез подтверждается, и проблема оказывается разрешенной, преподаватель организует обобщение полученных результатов и применение полученных знаний (например, путем решения обучающимися нескольких аналогичных задач по данной теме).

4) Метод математического моделирования – применяется, как правило, при чтении специальных курсов. Реализация метода также состоит из четырех этапов. На первом этапе осуществляется поиск математического языка и средств, необходимых для перевода поставленной задачи (относящейся к какой-либо области знаний) в математическую – то есть осуществляется построение математической модели. На втором этапе происходит изучение математической модели, ее исследование, в результате чего достигается расширение круга теоретических знаний обучающихся. На третьем этапе происходит поиск решения математической задачи, рассмотрение различных возможных путей ее решения, выбор из них наиболее рационального. Наконец, на четвертом этапе осуществляется перевод результата решения математической задачи на «язык» исходного явления или процесса, для изучения которого проводилось моделирование. На этом этапе может осуществляться анализ использованной математической модели с целью ее модернизации и в дальнейшем – построения новой, более совершенной модели.

При преподавании *теоретической физики* в целом можно использовать те же методы, что и при изучении математических дисциплин (аксиоматический метод – при чтении лекций, остальные – при проведении семинарских занятий и чтении специальных курсов). Отличия же в методике преподавания обусловлены спецификой курса теоретической физики. Во-первых, при чтении дисциплин курса теоретической физики нельзя использовать произвольный набор исходных положений – все эти «аксиомы» должны в той или иной степени иметь экспериментальное подтверждение (т.е. относиться к реальным природным явлениям). Можно лишь вести разговор о том, какие «аксиомы» следует считать первичными, а какие положения должны выводиться из них в качестве следствий. Во-вторых, в курсе теоретической физи-

ки математический аппарат служит лишь рабочим инструментом, в то время как при изучении математических дисциплин этот математический аппарат является самоценным объектом изучения. В-третьих, в курсе теоретической физики должны использоваться лишь те математические «объекты», которые пригодны для описания реальных физических явлений (то есть эти «объекты» должны адекватно описывать изучаемые физические явления и не должны «наделять» их дополнительными свойствами, не наблюдаемыми в природе).

Скажем теперь несколько слов о преподавании *специальных курсов*. Эти курсы можно условно разделить на следующие типы (естественно, возможна и другая классификация).

1) Обзорный. В ходе чтения такого спецкурса слушатели в целом знакомятся с широким кругом каких-либо вопросов по заданной тематике.

2) Вводный. Целью данного спецкурса является создание «задела» для чтения следующих, более углубленных курсов по данной тематике (вводятся необходимые теоретические понятия, актуализируется нужный математический аппарат и т.п.).

3) Продолжающийся. Используется для продолжения изучения материала по какому-либо кругу вопросов (такие курсы читаются после вводного или обзорного).

4) Узкопрофильный. Посвящается углубленному изучению какого-либо одного, достаточно узкоспециального (частного) вопроса. Этот вопрос изучается всесторонне, подробно, во всех деталях, с разных точек зрения и с применением различных возможных подходов.

При преподавании специальных курсов можно использовать общие рекомендации, которые мы сформулировали в первой части нашего лекционного курса, когда вели разговор о методике подготовки и проведения лекционных, семинарских и практических занятий (заметим, что специальные курсы могут иметь и практическую направленность!).

На этом мы завершаем чтение лекций по дисциплине «Общие вопросы методики преподавания физико-математических дисциплин». Мы надеемся, что изложенный на лекциях материал окажется полезным для тех, кому в будущем придется преподавать физику или смежные дисциплины в школе или в вузе.

Рекомендованная литература.

1. Миронова Г.А., Брандт Н.Н., Салецкий А.М., Поляков О.П., Трубачев О.О. Введение в квантовую физику в вопросах и задачах. – М.: Физический факультет МГУ, 2012. – 320 с.

2. Попов А.М., Тихонова О.В. Лекции по атомной физике. – М.: Физический факультет МГУ, 2007.

3. Темербекова А.А. Методика преподавания математики. – М.: Владос, 2003. – 176 с.

**Литература,
рекомендованная для подготовки
к прохождению аттестации по лекционному курсу
«Общие вопросы методики преподавания
физико-математических дисциплин»**

1. Ситаров В.А. Дидактика. Учебное пособие для студентов высших педагогических учебных заведений / Под ред. В.А. Сластенина. – М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 368 с.

2. Теория и методика обучения физике в школе: Общие вопросы. Учебное пособие для студентов высших педагогических учебных заведений / С.Е. Каменецкий, Н.С. Пурышева, Н.Е. Важеевская и др.; Под ред. С.Е. Каменецкого, Н.С. Пурышевой. – М.: Издательский центр «Академия», 2000. – 368 с.

3. Грабовский М.А., Млодзеевский А.Б., Телеснин Р.В. и др. Лекционные демонстрации по физике. / Под ред. Ивероновой В.И. – М.: Наука, 1972. – 640 с.

4. Физический практикум / Под ред. В.И. Ивероновой. / М.: Государственное издательство физико-математической литературы, 1962. – 961 с.

5. Кононков А.Ф. История физики в Московском университете с его основания до 60-х годов XIX столетия. – М.: Изд-во Московского университета, 1955. – 300 с.

6. Николаев В.И., Бушина Т.А. Физика: учимся размышлять. – М.: Физический факультет МГУ, 2015. – 152 с.

7. Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» от 29.12.2012 № 273-ФЗ.