

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования

**«Томский государственный педагогический университет»  
(ТГПУ)**

«УТВЕРЖДАЮ»

Декан физико-математического факультета

М.А. Червонный

«30» августа 2012 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**ОПД.Р.01 «Квантовая физика»**

Направление подготовки: 050200.62 Физико-математическое образование

Профессионально-образовательный профиль: физика

Степень (квалификация) выпускника: бакалавр физико-математического образования



## 1. Цель и задачи дисциплины

Курс «Квантовая физика» является общим базовым курсом предшествующий циклу курсов теоретической физики. Он посвящен изучению квантовых свойств и структуры атомных ядер и физических явлений, в которых ядра играют основную роль, а также изучению методов исследования в физике элементарных частиц, свойств различных классов элементарных частиц, происходящих с ними процессов и физических механизмов, лежащие в их основе. Программа разработана для построения курса лекционных занятий со студентами – будущими бакалаврами по направлению подготовки: 050200.62 ФМО (Профиль: физика).

В программу входят следующие темы дисциплины: введение, краткая история развития квантовой физики, состав и свойства атомных ядер, ядерные силы, модели атомных ядер, превращения атомных ядер, эксперименты в физике ядра и частиц, эволюция представлений об элементарных частицах, классы частиц, законы сохранения в реакциях и распадах элементарных частиц и кварки.

Программа содержит распределение учебного времени по темам согласно учебному плану, структуру и содержание тем курса, используемые образовательные технологии, перечень видов самостоятельной работы студентов, оценочные средства, в том числе примерный перечень вопросов для самостоятельной работы и к экзамену, сведения об учебно-методическом и информационном обеспечении дисциплины, в том числе список основной и дополнительной литературы, методические указания для студентов и преподавателей.

Курс «Квантовая физика» является важной частью цикла курсов теоретической физики. Данный раздел является одним из основных в системе современной общепрофессиональной подготовки.

**Целью** изучения дисциплины «Квантовая физика» является формирование у студентов понимания фундаментальной физической картины мира : ознакомление с логическими предпосылками возникновения квантовых обоснований физических явлений, которые не могла объяснить классическая физика; -- формирование у студента-физика современных представлений о структуре материи, включая свойства и структуру атомных ядер и физических явлений, в которых ядра играют основную роль, и представление о фундаментальных взаимодействиях и элементарных частицах; -- дополнение уже имеющихся у студентов представлений о материальном мире картиной процессов, происходящих на субатомных масштабах. Именно физика сверхмалых масштабов дает научные основы для понимания закономерностей поведения макромира и даже мегамира; -- выяснение физического смысла законов и понятий, развитие у студентов навыков физического мышления, умения решать конкретные задачи, используя имеющиеся теоретические знания; -- расширение фундаментальной базы физических знаний, дающей основу для дальнейшего более глубокого и детализированного изучения всех разделов физики в рамках цикла курсов по теоретической физике; -- формирование теоретической и практической профессиональной подготовки к преподаванию физики в общеобразовательных учреждениях; -- вооружение студента конкретными знаниями, дополняющими полученную в курсе общей физики информацию, и позволяющими впоследствии использовать их в квалифицированном проведении факультативных курсов, а также для дальнейшей специализации.

**Задачи** дисциплины: -- познакомить студентов с основами квантовой физики, -- научить методам решения задач по данному разделу, -- продемонстрировать эффективность применения известных ранее студентам математических знаний к решению физических проблем, -- показать достижения науки и техники в основе которых лежат квантовые эффекты.

## 2. Требования к уровню освоения содержания дисциплины:



**В результате изучения дисциплины студент должен:**

- **Знать** основные понятия данного предмета, понимать содержание фундаментальных законов и основных моделей квантовой физики; знать методы исследования в квантовой физике, свойства различных классов элементарных частиц, иметь представление о процессах с их участием, знать свойства ядер и основные ядерные процессы, иметь представление о фундаментальных взаимодействиях и тенденциях развития физики высоких энергий;
- **Уметь** формулировать основные определения предмета, использовать законы для конкретных физических ситуаций, проводить необходимые математические преобразования, объяснять содержание фундаментальных принципов и закономерностей, а также способы решения задач; уметь ориентироваться в физических моделях, используемых для описания атомных ядер, уметь объяснить физические механизмы, лежащие в основе ядерных процессов и процессов с участием элементарных частиц, применять законы сохранения для расчёта характеристик участвующих во взаимодействиях ядер и частиц;
- **Владеть** навыками решения задач, основанных на практическом применении изучаемого материала, в особенности на применении законов сохранения, владеть общефизической культурой, необходимой современному учителю физики, в части, соответствующей данному разделу физики

### 3. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет ( 140 часов).

Вид учебной работы	Всего часов 140	Семестр
		5
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	72	72
В том числе:		
Лекции (Л)	36	36
Практические занятия (ПЗ)	18	18
Семинары (С)		
Лабораторные работы (ЛР)	18	18
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	68	68
В том числе:		
Курсовой проект (работа)		
Расчетно-графические работы		
Реферат		
Эссе		
Учебный проект		
Подготовка к семинарским и практическим занятиям		
<i>Другие виды самостоятельной работы<sup>1</sup></i>		
Вид промежуточной аттестации: ( экзамен)		экзамен
Общая трудоемкость	140	140

### 4. Содержание дисциплины

#### 4.1. Разделы дисциплин и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекц.	Практ. зан.	ЛР
-------	---------------------------------	-------	-------------	----

<sup>1</sup> В таблице указываются все запланированные виды самостоятельной работы студентов.



1	Трудности классической теории	16	8	8
2	Квантовые постулаты	7	5	5
3	Физика атома	13	5	5

#### 4.2. Содержание разделов дисциплины (тематический план)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1	Трудности классической теории	Тепловое излучение. Излучение абсолютно черного тела, серого тела. Закон смещения Вина. Постоянная Планка. Фотоэффект. Законы фотоэффекта. Затруднения волновой теории при объяснении фотоэффекта. Фотона. Уравнения Эйнштейна для фотоэффекта. Давление света. Эффект Комптона. Волновые свойства частиц. Дифракция электронов. Рентгеновское излучение.
2	Квантовые постулаты	Открытие электрона. Линейчатые спектры. Радиоактивность. Опыт Резерфорда. Ядерная модель атома. Планетарная модель атома. Квантовые постулаты Бора. Стационарные орбиты (энергетические уровни). Происхождение линейчатых спектров. Атом водорода. Опыт Франка и Герца.
3	Физика атома	Состав атомных ядер. Нуклоны. Закон Мозли. Ядерные силы. Масса атомного ядра. Энергия связи ядер. Дефект масс. Радиоактивность. Альфа-распад. Бета-распад. Нейтрино. Гамма-излучение при бета-распаде. Искусственная радиоактивность. Закон радиоактивного распада. Ядерные реакции. Деление тяжелых ядер. Ядерный реактор. Термоядерные реакции. Элементарные частицы. Кварки.

Дополнительно возможна (по желанию студента) подготовка рефератов и курсовых работ, сообщений к выступлению на студенческой конференции по темам, приведенным в следующем разделе.

**5. Лабораторный практикум:** рассмотрение опытов и экспериментов проводимых для открытия тех или иных квантовых свойств частиц (демонстрация опытов с помощью компьютерных технологий); методика решения задач квантовой физики.

№ п/п	Раздел дисциплины	Наименование лабораторной работы
1	Трудности классической теории	1. Тепловое излучение . 2. Излучение абсолютно черного тела, серого тела.. 3. Фотоэффект.. 4. Давление света. 5. Эффект Комптона. 6. Волновые свойства частиц. 7. Дифракция электронов. 8. Рентгеновское излучение.
2	Квантовые постулаты	1. Открытие электрона. 2. Линейчатые спектры. 3. Опыт Резерфорда. 4. Ядерная модель атома. Планетарная модель атома. 5. Стационарные орбиты (энергетические уровни).
3		1. Состав атомных ядер.



	Физика атома	2. Радиоактивность. Альфа-распад. Бета-распад. Нейтрино. Гамма-излучение при бета-распаде. 3. Искусственная радиоактивность.(Закон радиоактивного распада. Ядерные реакции.) 4. Деление тяжелых ядер (Ядерный реактор) 5. Термоядерные реакции.
--	--------------	--

## 6. Учебно-методическое обеспечение дисциплины:

### 6.1. Рекомендуемая литература:

#### а) основная литература

1. Физика атомного ядра и элементарных частиц : разработки уроков [Текст]: учебное пособие для учителей и учащихся/МОиН РФ, ГОУ ВПО ТГПУ ; [авт.-сост. : М. А. Червонный и др.].-Томск:Издательство ТГПУ,2011.-119 с.
2. Трофимова Т. И. Курс физики [Текст]: учебное пособие для вузов / Т. И. Трофимова. - 17-е изд., стереотип.-М.:Академия,2008.-557,
3. Трофимова Т. И. Физика [Текст]: справочник с примерами решения задач / Т. И. Трофимова.-М.:Высшее образование,2008.-447 с. .
4. Трофимова Т. И. Курс физики [Текст]: задачи и решения : учебное пособие для вузов / Т. И. Трофимова, А. В. Фирсов.-М.:Академия,2004.-590 с.
5. Савельев И. В.. Основы теоретической физики [Текст] - Квантовая механика:[учебник для вузов] : в 2 т. / И. В. Савельев.-Изд. 3-е, стереотип.-СПб. [и др.]:Лань.- (Лучшие классические учебники. Физика). Т. 2:Квантовая механика.-2005.-430 с.
6. Кириллова, Е. Н. Элементарные частицы. Задачи [Текст]: учебно-методическое пособие для вузов / Е. Н. Кириллова ; Федеральное агентство по образованию, ГОУ ВПО ТГПУ.-Томск:издательство ТГПУ. Ч. 1.-2008.-36 с.
7. Зисман Г. А. . Курс общей физики [Текст] - Оптика ...: учебное пособие для вузов : в 3 т. / Г. А. Зисман, О. М. Тодес.-Изд. 6-е, стереотип.-СПб.:Лань.- (Учебники для вузов. Специальная литературы).- (Классическая учебная литература по физике). Т. 3:Оптика. Физика атомов и молекул. Физика атомного ядра и микрочастиц.-2007.-498 с.

#### б) дополнительная литература

1. Иродов И. Е.. Задачи по общей физике [Текст]: учебное пособие для вузов / И. Е. Иродов. -Изд. 11-е, стереотип.-СПб.:Лань,2006.-416 с.
2. Зеличенко В. М.. Физика в задачах [Текст]=Оптика...: учебное пособие для вузов : в 5 ч. / В. М. Зеличенко, В. В. Ларионов, В. И. Шишковский ; Федеральное агентство по образованию, ГОУ ВПО ТГПУ.-Томск:Издательство ТГПУ. Ч. 5:Оптика. Атомная и ядерная физика.-2006.-280 с.
3. Зеличенко В. М . Лабораторный практикум по физике [Текст]=Оптика. Атомная и ...:[учебное пособие]/ В. М. Зеличенко, В. В. Ларионов, В. И. Шишковский ; Федеральное агентство по образованию, ГОУ ВПО ТГПУ.-Томск:издательство ТГПУ. Ч. 3:Оптика. Атомная и ядерная физика.-2007.-238с.



4. Трофимова Т. И. Курс физики: Учебное пособие для вузов / Т. И. Трофимова.-7-е изд., стереотип.-М.: Высшая школа, 2003.-541, [1] с.

5. Сивухин Д. В. Общий курс физики=Атомная и ядерная физика: Учебное пособие для вузов: В 5 тт. / Д. В. Сивухин.-2-е изд., стереотип.-М.: ФИЗМАТЛИТ. Т. 5: Атомная и ядерная физика.-2002.-782 с.

6. Сивухин Д. В. Общий курс физики=Оптика: Учебное пособие для вузов: В 5 тт. / Д. В. Сивухин.-3-е изд., стереотип.-М.: ФИЗМАТЛИТ. Т. 4: Оптика.-2002.-791 с.

7. Капитонов И. М. Введение в физику ядра и частиц: Учебное пособие для вузов / И. М. Капитонов.-М.: УРСС, 2002.-381, [2] с.

8. Детлаф А. А. Яворский Б. М. Курс физики: Учебное пособие для вузов / А. А. Детлаф, Б. М. Яворский.-4-е изд., испр.-М.: Высшая школа, 2002.-717, [1] с.:

**в) Интернет-ресурсы:**

1. Сайт «Астронет» ГАИШ МГУ <http://www.astronet.ru/>
2. Сайт «Элементы» («Элементы большой науки») <http://elementy.ru/>

**6.2 Средства обеспечения дисциплины:**

рекомендуемая литература и учебно-методические пособия по предмету.

**7. Материально-техническое обеспечение дисциплины:** компьютерный класс с выходом в интернет.

**8. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины**

**8.1 Методические рекомендации для преподавателей**

В течение семестра преподавателям рекомендуется регулярно проверять усвоение студентами учебного материала. Опросы по пройденному материалу целесообразно проводить через каждые 6-12 лекционных часов в начале каждой лекции.

В ходе лекционного курса преподаватель задаёт студентам задачи для внеаудиторной самостоятельной работы, подобные разобранным на лекции и контролирует выполнение студентами этих заданий. При систематическом невыполнении текущих заданий студент получает дополнительную нагрузку на зачёте в виде задач и вопросов по незачтённым разделам. Об этом следует проинформировать студентов на первых лекциях. Кроме того, в начале курса преподаватель должен огласить список рекомендованной для изучения литературы, сделав упор на более близких к читаемому курсу источниках. При этом следует предупредить студентов, что некоторые темы, входящие в экзаменационные вопросы, будут разбираться ими самостоятельно. Предлагаемые студентам для самостоятельного изучения темы должны развивать их умение работать с литературой, но должны быть доступными, иметь обзорный характер, не требуя слишком детального проникновения в суть вопроса.

По возможности, помимо текущего контроля, в середине семестра желательно провести более длительную (от 20 до 45 минут) проверочную работу, включающую не только вопросы, но и задачи. Для простоты можно ограничиться одним вариантом заданий.

**8.2 Методические рекомендации для студентов**

Базой для прочного усвоения материала курса «Квантовая физика» является успешное освоение студентами курса «Общая физика» (полностью).



Для более прочного усвоения учебного материала, изложенного на лекциях, студентам рекомендуется использовать литературу из основного списка раздела 6.1 данной программы (Учебно-методическое обеспечение дисциплины).

Данная литература, имеется в библиотеке ТГПУ в достаточном количестве экземпляров. При изучении отдельных вопросов и подготовке тем, предложенных к самостоятельному изучению студенты могут использовать учебники и пособия из списка дополнительной литературы программы.

При изучении теоретического материала, вынесенного на самостоятельное изучение, студенты могут работать совместно, разбив материал на части для индивидуального сбора информации, а затем обмениваясь найденными сведениями. Следует приступать к работе сразу же после получения задания, иначе на неё не остаётся времени в период подготовки к экзамену.

Задания, полученные на лекциях, подобные уже разобранным задачам, являются обязательными и должны выполняться по ходу курса для закрепления пройденного. Невыполнение заданий учитывается при сдаче студентом зачёта: он получает дополнительные задачи того же типа, что были вынесены на самостоятельную работу. Большое количество дополнительных заданий затрудняет получение студентом зачёта.

Для усвоения студентами материала преподаватель проводит промежуточные опросы, результаты которых учитываются на зачёте. Готовясь к ним, студенты должны регулярно изучать лекционный материал. Игнорирование промежуточных опросов приводит к неудовлетворительному баллу «контрольной точки» и трудностям в понимании текущих лекций, поскольку понятия, введённые на первых лекциях, используются в дальнейшем.

Кроме того, от студента требуется умение проводить расчёты по изучаемому материалу, следовательно, он должен решать вместе с преподавателем на лекции предлагаемые задачи и обязательно выполнять однотипные задачи, предложенные для внеаудиторной работы, поскольку вопросы билетов по данному курсу включают задачи.

### Текущий контроль

№п/п	Наименование раздела дисциплины	Средства текущего контроля
1	Трудности классической теории	Выполнение учебных индивидуальных и групповых заданий в ходе практических занятий.
2	Квантовые постулаты	Выполнение контрольной работы. Устный опрос
3	Физика атома	Выполнение контрольной работы. Устный опрос

### Перечень примерных контрольных вопросов для самостоятельной работы:

#### а) контрольные вопросы:

1. Состав ядра
2. Каковы различия между протоном и нейтроном?
3. Зарядовое число
4. Массовое число
5. Методы определения размеров атомных ядер
6. Классификация экспериментальных методов наблюдения частиц
7. Какие силы действуют внутри ядра?
8. Какая величина характеризует меру прочности ядра?
9. Зависимость ядерных сил от расстояния между нуклонами
10. Характерный радиус действия ядерных сил
11. Наиболее известные модели ядра
12. Отличие моделей ядра от последовательной физической теории
13. Какой процесс называется радиоактивностью?
14. Основной закон радиоактивного распада



15. Основные виды радиоактивного распада
16. Запись ядерной реакции (полная и сокращенная форма)
17. Основные физические величины, сохраняющиеся в реакциях и распадах
18. Какие законы сохранения выполняются в ядерных реакциях?
19. Что такое «элементарные частицы»?
20. На какие классы разбивают все элементарные частицы?
21. Понятие античастицы
22. Определение лептонов
23. Определение адронов
24. Структура барионов и мезонов
25. Понятие кварков
26. Какие законы сохранения не выполняются в слабых взаимодействиях?
27. Перечислить виды фундаментальных взаимодействий
28. Характерный радиус действия для всех видов фундаментальных взаимодействий
29. Классы приборов, используемых для регистрации частиц
30. Классификация экспериментальных методов наблюдения частиц

**Примерная тематика рефератов:** не предусмотрено учебным планом. Однако индивидуально, по желанию студента, возможно выполнение реферативных курсовых работ, сообщений к выступлению на студенческой конференции по следующим ниже темам.

1. Методы исследования атомных ядер.
2. Микроскопическая теория ядра.
3. Современные ядерные модели.
4. Возбужденные состояния атомных ядер.
5. Законы сохранения и фундаментальные взаимодействия.
6. Ядерные реакции в звездах.
7. Дозвездный синтез ядер.
8. Экспериментальное исследование элементарных частиц
9. Наблюдательные данные об эволюции и строении Вселенной.
10. Лазеры.

#### **Перечень вопросов к экзамену**

1. Тепловое излучение тел. Светимость абсолютно черного тела.
2. Фундаментальные взаимодействия.
3. Постоянная Планка. Формула Планка для спектрального распределения излучения черного тела.
4. Кварки.
5. Фотоэффект. Законы фотоэффекта.
6. Элементарные частицы.
7. Фотоэффект. Фотоны.
8. Термоядерные реакции.
9. Фотоэффект. Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта.
10. Ядерный реактор.
11. Давление света.
12. Деление тяжелых ядер. Ядерные реакции.
13. Эффект Комптона.
14. Ядерные реакции. Энергия выхода.
15. Дифракция электронов.
16. Лазеры. Принцип работы.
17. Рентгеновское излучение. Закон Мозли.
18. Открытие нуклонов.
19. Опыт Резерфорда. Ядерная модель атома.
20. Радиоактивность. Бета – распад.



21. Корпускулярно-волновой дуализм. Дифракция электронов.
22. Радиоактивность. Гамма-распад.
23. Источники рентгеновского излучения. Закон Мозли.
24. Радиоактивность. Альфа-распад.
25. Квантовые постулаты Бора.
26. Квантовые числа. Опыты Франка и Герца.
27. Стационарные орбиты и энергетические уровни.
28. Закон радиоактивного распада.
29. Линейчатые спектры. Спектральные серии.
30. Ядерные силы. Нуклоны.
31. Атом водорода. Линейчатые спектры.
32. Масса атомного ядра
33. Энергия связи ядер. Дефект масс.
34. Теория Бора. Состояния атома.
35. Лазеры. Состав атомных ядер.
36. Модели атома (Резерфорда и Томсона).

Программа составлена в соответствии с ГОС ВПО по направлению подготовки: 050200.62 Физико-математическое образование (Профиль: физика), бакалавр физико-математического образования

Программу составила кандидат физ.-мат. наук,  
доцент кафедры теоретической физики

  
О.Д. Азоркина

Программа одобрена на заседании кафедры теоретической физики ТГПУ,  
протокол № 8 от « 30 » августа 2012 г.

Заведующий кафедрой,  
профессор

  
И. Л. Бухбиндер

Программа дисциплины одобрена метод. комиссией физико-математического факультета  
ТГПУ, (УМС университета), протокол № 5 « 30 » августа 2012 г.

Председатель УМК физико-математического факультета  З.А.Скрипко

Согласовано:

Декан физико-математического факультета  М.А. Червонный