

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

(ТГПУ)

декан физико-математического факультета

«Утверждаю»
Е.И. Пьяных
2015г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Б.3.В.34 «ФИЗИКА ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ»

ТРУДОЕМКОСТЬ (В ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦАХ) 2

Направление подготовки: 44.03.05 Педагогическое образование.

Профили: математика и физика

Квалификация (степень) выпускника бакалавр

Форма обучения очная

1. Цели изучения дисциплины

Курс «Физика высоких энергий» посвящен изучению свойств и структуры атомных ядер и физических явлений, в которых ядра играют основную роль, изучению методов исследования в физике элементарных частиц, свойств различных классов элементарных частиц, происходящих с ними высокоэнергетических процессов и физических механизмов, лежащие в их основе. Программа предназначена для построения курса лекционных занятий для студентов-физиков (квалификация – бакалавр педагогического образования).

Большое значение имеет часть курса, в которой рассматриваются законы сохранения, играющие ключевую роль в выявлении возможных процессов в физике элементарных частиц с участием конкретных частиц и определении характеристик взаимодействующих частиц.

Целью курса «Физика высоких энергий» является формирование у студента-физика современных представлений о структуре материи, включая свойства и структуру атомных ядер и физических явлений, в которых ядра играют основную роль, представление о фундаментальных взаимодействиях и элементарных частицах.

Изучая основные законы, модели и методы исследования физики высоких энергий, студенты получают широкое представление о данном предмете и возможности, позволяющие впоследствии использовать полученные знания в преподавании и для дальнейшей специализации.

Содержание предмета помогает студенту-физику дополнить уже имеющиеся представления о материальном мире картиной процессов, происходящих на субатомных масштабах. Именно физика сверхмалых масштабов дает научные основы для понимания закономерностей поведения макромира и даже мегамира, что проявляется в космологических приложениях субатомной физики.

Главной задачей курса является расширение фундаментальной базы физических знаний, на основе которой в дальнейшем можно развивать более глубокое и детализированное изучение всех разделов физики в рамках цикла курсов по теоретической физике.

2. Место учебной дисциплины в структуре основной образовательной программы

Курс «Физика высоких энергий» относится к *Профессиональному циклу* образовательной программы и входит в состав его *Вариативной части (Дисциплины по выбору студента)*.

Областью профессиональной деятельности бакалавров, на которую ориентирует дисциплина «Физика высоких энергий», является образовательная деятельность.

Дисциплина готовит к решению следующих задач профессиональной деятельности в педагогической, культурно-просветительской и научно-исследовательской деятельности бакалавров:

- обучение школьников с использованием конкретных знаний из области общей и теоретической физики;
- привитие им навыков физического мышления;
- тренировка умения школьников ставить и решать конкретные задачи;
- участие в формировании научного мировоззрения учащихся;
- использование полученных знаний и навыков в научно-исследовательской деятельности;
- популяризация физических знаний среди населения.

Для освоения дисциплины «Физика высоких энергий» обучающиеся используют знания, умения, способы деятельности и установки, сформированные в ходе изучения курсов *Вариативной части* Профессионального цикла:

- Математический анализ (1-3 семестры),
- Дифференциальные уравнения (4 семестр),
- Общая физика (1-5 семестры).

Курс «Физика высоких энергий» помогает в изучении или служит дополнением для последующих (либо читаемых параллельно) курсов *Вариативной части* Профессионального цикла:

- Методы математической физики/ Дифференциальные уравнения в частных производных (6 семестр),
 - Астрономия (6 семестр),
 - Теоретическая физика (4-7 семестры),
 - Астрофизика/ Небесная механика, Физика твердого тела/ Физика сплошных сред (9 семестр),
 - Современные методы исследования природных систем/ Физическая экология (9 семестр)
 - Решение олимпиадных задач по физике/ Специальные методы решения задач по физике (10 семестр),
 - История физики/ Физика в современном мире (10 семестр)
- и других дисциплин.

3. Требования к уровню освоения программы

Процесс изучения дисциплины «Физика высоких энергий» направлен на формирование у магистрантов следующих компетенций:

Общекультурных (ОК): ОК-1, ОК-4, ОК-6, ОК-8, ОК-9.

Профессиональных (ОПК): ОПК-3.

В результате освоения материала курса обучающийся должен:

- знать фундаментальные принципы и основные модели изучаемой дисциплины, физическое содержание основных законов, иметь представление о частных методах, применяемых в ядерной физике;
- знать свойства ядер и основные ядерные процессы, понимать физические механизмы, лежащие в их основе;
- уметь ориентироваться в физических моделях, используемых для описания атомных ядер, иметь представление о фундаментальных взаимодействиях и тенденциях развития физики высоких энергий;
- владеть общими и специальными навыками решения задач, основанных на практическом применении изучаемого материала, владеть общетеоретической культурой, необходимой современному преподавателю и научному работнику.

4. Общая трудоемкость дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единицы.

Объем дисциплины и виды учебной работы:

Таблица 1

Вид учебной работы	Трудоемкость	Распределение по семестрам
	Всего ⁷²	6 семестр
Аудиторные занятия	32	32
Лекции (Л)		
Практические занятия (ПЗ)	32	32
Семинары (С)		
Лабораторные работы (ЛР)		
Другие виды аудиторных работ (в интерактиве не менее 30 %)	8	8
Другие виды работ		
Самостоятельная работа (СР)	13	13
Курсовой проект (работа)		
Реферат		
Расчетно-графические работы		

Формы текущего контроля		Выполнение учебных заданий в ходе занятий. Домашние задания. Устный опрос. Контрольная работа (см. раздел 8.6 Программы)
Формы промежуточной аттестации в соответствии с учебным планом	27	экзамен

5. Содержание учебной дисциплины

5.1. Разделы учебной дисциплины

Таблица 2

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Аудиторные часы				Сам. работа (час)
		Всего	лекция	практические	интеракт. формы обучения	
1	Введение. Эволюция представлений о частицах, образующих первооснову вещества. Классы частиц	2		2	2	2
2	Элементарные частицы – переносчики взаимодействия. Виды фундаментальных взаимодействий	4		4		1
3	Элементарные частицы вещества: лептоны и адроны	4		4		2
4	Наблюдение, регистрация и производство элементарных частиц. Эксперименты в физике высоких энергий. Методы исследования в физике ядра и частиц	2		2	2	1
5	Законы сохранения в физике элементарных частиц	3		3		2
6	Реакции и распады элементарных частиц. Энергетика реакций и распадов	3		3		1
7	Структура адронов. Кварки, их свойства	4		6		1
8	Изотопическая симметрия и зарядовые мультиплеты	5		5		1
9	Тенденции развития физики высоких энергий	3		3	2	1
10	Элементарные частицы в космологии	2		2	2	1
	Итого	32 час/0,9 зачет.ед.		32 час.	8 час., 25%	13 час.

5.2. Содержание разделов дисциплины

1. Введение. Эволюция представлений о частицах, образующих первооснову вещества.

Классы частиц

Введение. Эволюция представлений о частицах, образующих первооснову вещества. Классы частиц. Поиски неделимых структурных элементов. Современное понятие об элементарных частицах. Состав и свойства атомных ядер. Частицы и античастицы. Первичная классификация элементарных частиц

2. Элементарные частицы – переносчики взаимодействия. Виды фундаментальных взаимодействий

Элементарные частицы – переносчики взаимодействия. Виды фундаментальных взаимодействий. Сильные взаимодействия Электромагнитные взаимодействия. Слабые взаимодействия. Гравитационное взаимодействие

3. Элементарные частицы вещества: лептоны и адроны

Элементарные частицы вещества: лептоны и адроны. Лептоны. Поколения частиц. Лептонный заряд. Адроны. Характеристики мезонов и барионов. Барионный заряд. Применение законов сохранения лептонного, барионного, электрического зарядов в реакциях и распадах элементарных частиц

4. Наблюдение, регистрация и производство элементарных частиц. Эксперименты в физике высоких энергий. Методы исследования в физике ядра и частиц

Наблюдение, регистрация и производство элементарных частиц. Эксперименты в физике высоких энергий. Методы исследования в физике ядра и частиц. Методы экспериментального получения частиц. Вторичные пучки. Характеристики процесса взаимодействия. Методы наблюдения частиц. Приборы для регистрации элементарных частиц. Электронные детекторы. Трековые детекторы. Принципы действия приборов. Ускорители частиц высоких энергий. Классификация ускорителей. Производство новых частиц. Резонансы

5. Законы сохранения в физике элементарных частиц

Законы сохранения в физике элементарных частиц. Классификация законов сохранения. Общие и частные законы сохранения. Аддитивные и мультипликативные законы сохранения. Истинно нейтральные частицы. Несохранение чётности в слабом взаимодействии. Спиральность. Несохранение комбинированной четности. СРТ-теорема. Анализ реакций и распадов элементарных частиц на основании законов сохранения

6. Реакции и распады элементарных частиц. Энергетика реакций и распадов

Реакции и распады элементарных частиц. Энергетика реакций и распадов. Энергетика распадов. Характеристики частиц – продуктов распада. Энергетика реакций. Определение энергии и импульса частиц – продуктов реакции Пороговая энергия. Нерелятивистское приближение. Использование законов сохранения в реакциях и распадах элементарных частиц: решение задач

7. Структура адронов. Кварки, их свойства

Структура адронов. Кварки, их свойства. Конфайнмент. Асимптотическая свобода. Кварки и слабое взаимодействие. Изменение типа кварков. Анализ реакций и распадов элементарных частиц с использованием кварковой модели

8. Изотопическая симметрия и зарядовые мультиплеты

Изотопическая симметрия и зарядовые мультиплеты. Правило ННГ. Супермультиплеты: барионный октет, мезонный нонет. Возбужденные состояния барионов: декуплет барионов. Супермультиплеты с точки зрения кварковой структуры адронов. Классификация элементарных частиц в соответствии со Стандартной моделью

9. Тенденции развития физики высоких энергий

Современные тенденции в физике элементарных частиц. Тенденции объединения фундаментальных взаимодействий. Электрослабое взаимодействие. Теории Великого объединения и их следствия: распад протона, массивность нейтрино. Квантовые аспекты гравитации. Тенденции объединения всех фундаментальных взаимодействий. Понятие о суперсимметрии. Понятие о суперструнах

10. Элементарные частицы в космологии

Элементарные частицы в космологии. Эволюция Вселенной и элементарные частицы. Материя и энергия во Вселенной

5.3. Лабораторный практикум

не предусмотрен учебным планом.

6. Учебно-методическое обеспечение дисциплины:

6.1. Основная литература:

1. Капитонов, И.М. Введение в физику ядра и частиц: учебник /И.М. Капитонов.– М.: ФИЗМАТЛИТ, 2010. –512 с. (ЭБС «КнигаФонд»)
2. Михайлов, М.А. Ядерная физика и физика элементарных частиц. В 2-х ч. Ч.1. Учебное пособие /М.А. Михайлов.– Изд-во МГПУ, 2011.– 94 с. (ЭБС «КнигаФонд»)

6.2. Дополнительная литература:

1. Пинский, А.А. Основы физики: учебник. В 2т. Т. 2. Колебания и волны. Квантовая физика. Физика ядра и элементарных частиц /А.А. Пинский, Б.М. Яворский– М.: ФИЗМАТЛИТ, 2011. –551 с. (ЭБС «КнигаФонд»).
2. Кириллова, Е.Н. Физика ядра и элементарных частиц. Курс лекций /Е.Н. Кириллова. Томск: Изд-во ТГПУ, 2006.– 264 с.
3. Кириллова, Е.Н. Элементарные частицы. Задачи: учебно-методическое пособие. Часть I /Е.Н. Кириллова. Томск: Изд-во ТГПУ, 2008.– 36 с.
4. Наумов, А.И. Физика атомного ядра и элементарных частиц: учебное пособие для пединститутов /А.И. Наумов.– М.: Просвещение, 1984.– 383 с.
5. Сивухин, Д.В. Сборник задач по общему курсу физики. В 5 т. Т.5. Атомная физика. Физика ядра и элементарных частиц /Д.В. Сивухин, В.Л. Гинзбург, Л.М. Левин, М.С. Рабинович. М.: ФИЗМАТЛИТ, ЛАНЬ, 2006. – 184 с. (ЭБС «КнигаФонд»).
6. «Физика элементарных частиц в преддверии Большого адронного коллайдера», летняя школа (2009; Протвино). Материалы летней школы Фонда Дмитрия Зимина «Династия»:10-20 августа 2009 г.– М.: URSS, 2011.– 362 с.
7. Бухбиндер, И.Л. Фундаментальные взаимодействия, Энциклопедия «Современное естествознание», том 4, Физика элементарных частиц /И.Л. Бухбиндер.– М: Астрофизика, Издательский дом Магистр-Пресс, 2000, стр. 7- 12.
8. Полянин, А.Д. Справочник по линейным уравнениям математической физики/ А.Д. Полянин.– М.: ФИЗМАТЛИТ.– 2011.– 429 с. (ЭБС «КнигаФонд»)

6.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

При изучении дисциплины полезно при необходимости использовать Интернет-ресурсы:

1. <http://libserv.tspu.edu.ru/> – Научная библиотека Томского государственного педагогического университета
2. <http://www.knigafund.ru/> – электронная библиотечная система «КнигаФонд»
3. <http://e.lanbook.com/> – электронная библиотечная система «Лань»
4. <http://arxiv.org/> – open access to e-prints in Physics, Mathematics, Computer Science, Quantitative Biology, Quantitative Finance and Statistics (открытый доступ к препринтам по физике, математике, компьютерным и другим наукам)
5. <http://publish.aps.org/> – Journals of the American Physical Society (APS)
6. <http://inspirehep.net/help/easy-search> – the High Energy Physics information system (информационная система физики высоких энергий)
7. <http://www.elementy.ru/> – сайт «Элементы большой науки»
8. <http://www.dxdy.ru/> – научный форум
9. <http://www.math-net.ru/> – общероссийский математический сайт
10. <http://www.femto.com.ua/index1.html> – энциклопедия физики и техники

6.4. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Таблица 3

№ тем	Наименование раздела учебной дисциплины	Наименование материалов обучения, пакетов программного обеспечения	Наименование технических и аудиовизуальных средств, используемых с целью демонстрации материалов
4	Работа с электронными библиотечными системами	Интернет-источники № 1-3 п. 6.3 программы: http://libserv.tspu.edu.ru/ ,	Компьютеры (в количестве пять) к.261 (КТФ), 1 корпус, и МФУ к.261. На

		http://www.knigafund.ru/ , http://e.lanbook.com/	компьютерах установлено лицензионное
9	Работа с поисковыми системами, с архивами препринтов	Интернет-источники № 4-6 п. 6.3 программы: http://arxiv.org/ , http://publish.aps.org/ , http://inspirehep.net/help/easy-search , программы, обеспечивающие работу LaTeX-2ε	программное обеспечение, имеется выход в интернет

7. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины.

7.1. Методические рекомендации для преподавателей

Односеместровый курс для бакалавров «Физика высоких энергий» сориентирован, прежде всего, на традиционные образовательные технологии, см. следующую ниже таблицу.

Таблица 4

№ п/п	Виды учебной работы	Образовательные технологии
1	Практическое занятие	Традиционный подход к решению задач по предложенному алгоритму, а также самостоятельный поиск решения проблемы (проведение расчётов и доказательств, требующих поиска алгоритма)
2	Интерактивное практическое занятие (8 часов), см содержание работ в табл. 2	Тема 4. Наблюдение, регистрация и производство элементарных частиц. Эксперименты в физике высоких энергий. Методы исследования в физике ядра и частиц Тема 9. Тенденции развития физики высоких энергий
3	Устный опрос	Традиционная форма

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

При этом в опрос должны включаться темы всех прочитанных после предыдущего опроса разделов. Каждый студент, присутствующий в аудитории, успеваает ответить на 1-2 (максимум – 3) кратких вопроса, не предполагающих использование доски и мела (маркера). Ответы студентов оцениваются по пятибалльной системе, заносятся в журнал и используются как дополнительная информация при выставлении зачёта и при аттестации студентов в середине семестра.

В ходе курса преподаватель задаёт студентам задачи для внеаудиторной самостоятельной работы, подобные разобранным на занятии 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 занятиях. 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 вопросы зачёта, 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 (это могут быть такие темы данного курса, как 1, 4, 10 из Таблицы 2, или другие темы по усмотрению преподавателя). Однако более двух вопросов за семестр студенты самостоятельно изучить, как правило, не могут.

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. Контрольные вопросы и задачи по всем темам в достаточном количестве имеются в учебном пособии Е. Н. Кириллова. Физика ядра и элементарных частиц. Курс лекций. Томск: ТГПУ, 2006, которое легло в основу рабочей программы. Для текущего контроля и внеаудиторной работы студентов можно также использовать контрольные вопросы и задания, приведённые ниже.

7.2 Методические рекомендации для студентов

Базой для успешного усвоения материала курса «Физика высоких энергий» является успешное освоение студентами курса «Общая физика» и курса «Квантовая механика».

Для более прочного усвоения учебного материала, изложенного на лекциях, студентам рекомендуется использовать литературу из основного списка ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ. При изучении отдельных вопросов и подготовке тем, предложенных к самостоятельному изучению студенты могут использовать учебники и пособия из списка дополнительной литературы.

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 зачёту.

Задания, полученные на занятиях, 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 теоретический материал. Игнорирование промежуточных опросов приводит к неудовлетворительному баллу «контрольной точки» и трудностям в понимании текущего материала, поскольку понятия, введённые на первых занятиях, используются в дальнейшем.

Наконец, нужно сказать, что студент может гарантировать себе ясное понимание основных вопросов и умение проводить минимальные требуемые вычисления, отвечая на вопросы учебного пособия Е. Н. Кирилловой «Физика ядра и элементарных частиц. Курс лекций», указанного в списке дополнительной литературы ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ, поскольку оно лежит в основе читаемого курса; а также решая для тренировки предлагаемые в пособии задачи. Следует заметить, что студент всегда может разобрать неясные вопросы и уточнить ход решения используемых в лекциях задач, обратившись к данному пособию.

8. Формы текущего контроля

8.1. Тематика рефератов

не предусмотрены учебным планом.

8.2. Контрольные задания и задания для самостоятельной работы

1. Выразить массу протона 938,28 МэВ в граммах. $1 \text{ эВ} = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$
2. Выразить 1 а.е.м. $1,67 \cdot 10^{-24} \text{ г}$ в энергетических единицах. $1 \text{ эВ} = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$
3. Возможен ли распад $\Sigma^0 \rightarrow \Lambda + \pi^0$? Если да, то за счет каких сил он происходит?
4. Обосновать возможность или невозможность распада $\Omega^- \rightarrow \Xi^- + \bar{K}^0$
5. За счет какого взаимодействия происходят (если это действительно имеет место) распады $\Delta^+ \rightarrow p + \gamma$, $\Delta^+ \rightarrow p + \pi^0$?
6. Выбрать реакцию, которая действительно происходит и обосновать ответ:
 $p + p \rightarrow p + \Sigma^+ + K^0$, $p + p \rightarrow p + \Sigma^+ + \pi^0$

7. За счет какого взаимодействия происходит распад $\mu^- \rightarrow e^- + \nu_\mu + \bar{\nu}_e$? Какие законы сохранения выполняются?
8. Происходит ли на самом деле реакция $\nu_e + \rightarrow p + e^-$? Если да, то какие законы сохранения выполняются?
9. Выбрать реакцию, которая действительно происходит и обосновать выбор с точки зрения кваркового строения частиц: $p + p \rightarrow p + p + \pi^+$, $p + p \rightarrow p + p + \pi^0$
10. Выбрать разрешенную реакцию и обосновать выбор, используя законы сохранения: $p + n \rightarrow \pi^+ + \pi^0$, $p + p \rightarrow p + n + K^+ + \bar{K}^0$

8.3. Контрольные вопросы и вопросы для самопроверки

1. Классы приборов, используемых для регистрации частиц
2. Классификация экспериментальных методов наблюдения частиц
3. Что такое «элементарные частицы»?
4. Что такое «истинно элементарная частица»?
5. На какие классы разбивают все элементарные частицы?
6. Понятие античастицы
7. Определение лептонов
8. Определение адронов
9. Каковы различия между протоном и нейтроном?
10. Структура барионов и мезонов
11. Понятие кварков
12. Основные физические величины, сохраняющиеся в реакциях и распадах
13. Какие законы сохранения не выполняются в слабых взаимодействиях?
14. Перечислить виды фундаментальных взаимодействий
15. Характерный радиус действия для всех видов фундаментальных взаимодействий
16. Какая симметрия связана с квантовым числом «изоспин»?

8.4. Перечень вопросов для промежуточной аттестации (экзамен)

1. Наблюдение и регистрация элементарных частиц. Классификация методов. Приборы
2. Экспериментальное исследование частиц. Резонансы
3. Производство частиц в экспериментах. Ускорители. Классификация
4. Античастицы. Определение. Свойства. Примеры. Антивещество. Определение истинно нейтральной частицы
5. Классификация элементарных частиц. Лептоны (подробно)
6. Адроны: определение, свойства, кварковое строение. Свойства кварков
7. Изотопическая симметрия. Правило ННГ. Супермультиплеты
8. Изотопический спин и изомультиплеты. Барионный октет. Мезонный нонет. Возбужденные состояния барионов (сравнить октет и декуплет)
9. Какому факту физически соответствует изотопическая инвариантность? С чем связана высокая степень симметричности изотопических мультиплетов?
10. Фундаментальные взаимодействия. Описать каждый вид взаимодействия, сравнить по интенсивности. Класс частиц – переносчиков взаимодействия
11. Классификация элементарных частиц в Стандартной модели. Теории объединения взаимодействий
12. Электромагнитное взаимодействие. Понятие электрослабого взаимодействия
13. Особенности слабого взаимодействия. Переносчики взаимодействия
14. Сильное взаимодействие. Теории Великого объединения
15. Характерные времена фундаментальных взаимодействий. В качестве примера определить, какие виды взаимодействия ответственны за распады: 1) $\Delta^* \rightarrow p + \pi$ (время жизни бариона Δ^* : $\tau_{\Delta^*} = 6 \cdot 10^{-24}$ с); 2) $K^+ \rightarrow \mu^+ + \nu_\mu$; 3) $\eta \rightarrow \gamma + \gamma$ (K^+ , π и η – мезоны). Обосновать.

Выполнение каких законов сохранения необходимо проверить при записи этих распадов (конкретно для каждого случая)?

16. Сформулировать закон сохранения странности. В каких взаимодействиях он справедлив, с каким физическим объектом связан? На основе этого закона записать недостающую частицу в распаде Ω^- -бариона $\Omega^- \rightarrow \Xi^0 + x$, если барион Ξ^0 имеет массу 1315 МэВ, странность $S = -2$ и нулевой электрический заряд. Масса Ω^- -бариона равна 1672 МэВ, странность $S = -3$, электрический заряд $Q = -1$
17. Законы сохранения лептонного и барионного зарядов, странности. В качестве примера определить, исходя из законов сохранения количества лептонов различного типа L_e, L_μ, L_τ , какой из распадов мюона будет иметь место: $\mu^- \rightarrow e^- + \gamma$ или $\mu^- \rightarrow e^- + \bar{\nu}_e + \nu_\mu$
18. Классификация законов сохранения в физике элементарных частиц. Аддитивные законы сохранения. Симметрии, лежащие в их основе
19. Мультипликативные законы сохранения. Симметрии, лежащие в их основе. Общие и частные законы сохранения в физике элементарных частиц. Несохранение четности в слабых взаимодействиях
20. Энергетика реакций частиц. Энергетика распадов частиц

8.5. Темы для написания курсовых работ

не предусмотрены учебным планом.

8.6. Формы контроля самостоятельной работы

Таблица 5

№п/п	Наименование раздела дисциплины	Средства текущего контроля
1	Введение. Эволюция представлений о частицах, образующих первооснову вещества. Классы частиц	Устный опрос
2	Элементарные частицы – переносчики взаимодействия. Виды фундаментальных взаимодействий	Выполнение учебных заданий в ходе занятий
3	Элементарные частицы вещества: лептоны и адроны	Проверка домашних работ. Выполнение вычислений в ходе практических занятий.
4	Наблюдение, регистрация и производство элементарных частиц. Эксперименты в физике высоких энергий. Методы исследования в физике ядра и частиц	Проверка домашних заданий. Решение задач. Устный опрос
5	Законы сохранения в физике элементарных частиц	Проверка домашних работ. Выполнение учебных расчётов
6	Реакции и распады элементарных частиц. Энергетика реакций и распадов	Контрольная работа
7	Структура адронов. Кварки, их свойства	Устный опрос. Проведение доказательств и вычислений в ходе занятий
8	Изотопическая симметрия и зарядовые мультиплеты	Проверка домашних заданий. Решение задач
9	Тенденции развития физики высоких энергий	Выполнение учебных заданий в ходе практических занятий
10	Элементарные частицы в космологии	Устный опрос. Проверка готовности к зачёту

8.6. Содержание и формы контроля самостоятельной работы со студентами

Таблица 5

№п/п	Наименование раздела дисциплины (Тема для самостоятельной работы)	Содержание с/р	Формы текущего контроля	Время проведения контроля с/р	Отчет по каждой теме самостоятельной

					работы (делается во время занятий)
1	Введение. Эволюция представлений о частицах, образующих первооснову вещества. Классы частиц	вопросы, в материалах пособия	Устный опрос	после завершения изучения раздела	вся группа
2	Элементарные частицы – переносчики взаимодействия. Виды фундаментальных взаимодействий	материалы пособия	Выполнение учебных заданий	в ходе занятий	
3	Элементарные частицы вещества: лептоны и адроны	задачи на аудиторных занятиях, домашние задания	Проверка домашних работ. Выполнение вычислений	в ходе практических занятий	
4	Наблюдение, регистрация и производство элементарных частиц. Эксперименты в физике высоких энергий. Методы исследования в физике ядра и частиц	задачи на аудиторных занятиях, домашние задания, материалы пособия	Проверка домашних заданий. Решение задач. Устный опрос	после завершения изучения раздела	
5	Законы сохранения в физике элементарных частиц	задачи на аудиторных занятиях, домашние задания	Проверка домашних работ. Выполнение учебных расчётов	в ходе практических занятий	
6	Реакции и распады элементарных частиц. Энергетика реакций и распадов	материалы пособия, материалы предыдущих занятий	Контрольная работа	на 8-9 неделе	
7	Структура адронов. Кварки, их свойства	задачи на аудиторных занятиях, домашние задания, материалы пособия	Устный опрос. Проведение доказательств и вычислений	в ходе занятий	
8	Изотопическая симметрия и зарядовые мультиплеты	задачи на аудиторных занятиях, домашние задания	Проверка домашних заданий. Решение задач	в ходе занятий	
9	Тенденции развития физики высоких энергий	задачи на аудиторных занятиях, домашние задания	Выполнение учебных заданий	в ходе практических занятий	

10	Элементарные частицы в космологии	задачи на аудиторных занятиях, домашние задания, материалы пособия	Устный опрос. Проверка готовности к зачёту	последнее занятие	
----	-----------------------------------	--	--	-------------------	--

Рабочая программа учебной дисциплины составлена в соответствии с учебным планом, федеральным государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования по направлению подготовки: 44.03.05 Педагогическое образование.

Рабочая программа учебной дисциплины составлена: доцентом кафедры теоретической физики, кандидатом физ.-мат. наук

 Е. Н. Кирилловой

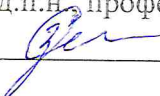
Рабочая программа учебной дисциплины утверждена на заседании кафедры теоретической физики ТГПУ, протокол № 7 от «31» августа 2015 г.

Заведующий кафедрой теоретической физики, д. ф.-м.н., профессор

 И. Л. Бухбиндер

Рабочая программа учебной дисциплины одобрена УМК физико-математического факультета ТГПУ, протокол № 1 от «31» августа 2015 г.

Председатель УМК физико-математического факультета, д.п.н., профессор

 З. А. Скрипко