МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Астраханский государственный университет имени В. Н. Татищева»
(Астраханский государственный университет им. В. Н. Татищева)

СОГЛАСОВАНО
Руководитель ОПОП

_____ С.А. Тишкова

«20» июня 2023 г.

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой физики

Е.Ю.Степанович

«20» июня 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Физика атомного ядра и элементарных частиц

Составители: Алыкова Ольга Михайловна

к.п.н., доцент, доцент кафедры общей физики

Направление подготовки	**03.03.02 ФИЗИКА**
Направленность (профиль) ОПОП	**ИНЖЕНЕРНАЯ ФИЗИКА**
Квалификация (степень)	**бакалавр**
Форма обучения	**очная**
Год приема (курс)	**2021 год**
Курс	**3 (ФБ-31)**
Семестр	**3**

Астрахань, 2023 г.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. ***Целью освоения*** дисциплины (модуля) «Физика атомного ядра и элементарных частиц» является:

- создание у студентов основ достаточно широкой теоретической подготовки в области физики;
- усвоение основных физических явлений и законов классической и современной физики, методов физического исследования;
- формирование у студентов научного мышления и понимания границ применимости различных физических понятий, законов, теорий и умения оценить степень достоверности результатов, полученных с помощью экспериментальных или теоретических методов исследований;
- учет межпредметных связей с такими дисциплинами учебного плана как электродинамика, молекулярная физика и термодинамика, атомная физика, Общий физический практикум, практикум решения физических задач, а также спецкурсами и спецфизпрактикумами;
- формирование у студентов представления о теории атомного ядра и элементарных частиц как обобщения результатов физических экспериментов и теоретических представлений о движении микрообъекта

1.2. ***Задачи освоения*** дисциплины (модуля) «Физика атомного ядра и элементарных частиц» являются:

- освоение методов научных исследований;
- освоение теорий и моделей;
- участие в проведении физических исследований по заданной тематике;
- участие в обработке полученных результатов научных исследований на современном уровне;
- освоение методов применения результатов научных исследований в инновационной деятельности;
- участие в обработке и анализе полученных данных с помощью современных информационных технологий;
- знакомство с основами организации и планирования физических исследований;
- участие в информационной и технической организации научных семинаров и конференций;
- участие в написании и оформлении научных статей и отчетов.
- - закрепление знаний и навыков, полученных студентами предыдущих разделах общей физики;
- - формирование у студентов представлений о строении и свойствах атомного ядра и элементарных частиц;
- - формирование у студентов навыков решения задач по темам: взаимодействие ионизирующих излучений с веществом; расчет основных характеристик ядер; кинематика ядерных реакций и реакций с участием элементарных частиц.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

2.1. Учебная дисциплина Б1.Б.008.06 «Физика атомного ядра и элементарных частиц» относится к базовой части профессионального цикла Б.3, модуль: Общая физика.

Курс «Физика атомного ядра и частиц» знакомит студентов с основами экспериментальной и теоретической ядерной физики с тем, чтобы выпускник физико-технического факультета имел достаточно полное представление об основных результатах и современных тенденциях в развитии молодой науки. Это касается в первую очередь: свойств атомных ядер; радиоактивности, ядерных реакций и экспериментов в физике низких, средних и высоких энергий; нуклон-нуклонных взаимодействий и свойств ядерных сил; модели атомных

ядер; взаимодействия ядерного излучения с веществом; фундаментальных взаимодействий в природе; классификации элементарных частиц; современных астрофизических представлений.

2.2. Для изучения данной учебной дисциплины (модуля) необходимы следующие знания, умения и навыки, формируемые предшествующими учебными дисциплинами*:*

- Механика,

-Молекулярная физика,

- Электричество и магнетизм,

- Оптика,

- Атомная физика,

-Общий физический практикум (механика, молекулярная физика, электричество и магнетизм, атомная физика),

- Практикум по решению физических задач,

-Математический анализ,

-Аналитическая геометрия,

-Линейная алгебра,

-Векторный и тензорный анализ,

-Теория функции и комплексного переменного,

-Дифференциальные уравнения,

-Интегральные уравнения и вариационные исчисления

Знания: теоретические основы, основные понятия, законы и модели атомного ядра и элементарных частиц, и границы их применимости;

Умения: понимать, излагать и критически анализировать базовую общефизическую информацию; пользоваться теоретическими основами, основными понятиями, законами и моделями физики;

Навыки: владения методами обработки и анализа экспериментальной и теоретической информации.

2.3. Последующие учебные дисциплины (модули) и (или) практики, для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной учебной дисциплиной:

- Модуль Теоретическая физика: Квантовая теория;

- Физика конденсированного состояния, термодинамика, статистическая;

- Физическая кинетика.

2.4. Объем дисциплины «Физика атомного ядра и элементарных частиц» составляет 2 ЗЕ или 72 академических часов: контактная работа преподавателя с обучающимися - 34 ч., в том числе: лекции -17 ч.; практ./семинарские- 17 ч.; самостоятельная работа-38ч.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

«Физика атомного ядра и элементарных частиц»

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОПОП ВО по данному направлению подготовки (специальности):

Таблица 1

Декомпозиция результатов обучения

Компетенции		Планируемые результаты обучения по дисциплине		
Код в ОПОП	Название	Знать	Уметь	Владеть

ПК-1	Способностью использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин	Основные приемы обработки и представления экспериментальных данных; основные физические модели;	Применять основные приемы обработки и представления экспериментальных данных; описывать физические явления и процессы, используя физическую научную терминологию; применять для описания физических явлений известные физические модели;	Способностью применять основные приемы обработки и представления экспериментальных данных; методами измерения основных физических величин; численных расчетов физических величин при решении физических задач и обработке экспериментальных результатов
ПК-4	Способностью применять на практике профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных физических дисциплин	Методы физических исследований и измерений; источники погрешностей и их классификацию; методы обработки результатов измерений	Применять знания в конкретной ситуации; формулировать основные физические законы; представлять различными способами физическую информацию	Методами решения физических задач; определения погрешностей измерений; применения численных значений фундаментальных физических констант для оценки результатов простейших физических экспериментов

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

1) Знать: основные физические явления и основные законы физики атомного ядра и частиц; границы их применимости, применение законов в важнейших практических приложениях.

2) Уметь: применять методы физико-математического анализа к решению конкретных естественнонаучных и технических проблем.

3) Владеть: методиками поиска информации, необходимой для решения задач, методами обработки и анализа экспериментальной и теоретической физической информации.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Дисциплина «Физика атомного ядра и элементарных частиц» изучается в течение 6-го семестра общим объемом 72 часа (2 ЗЕ). Из них:

контактная работа преподавателя с обучающимися - 34 ч., в том числе: лекции -17 ч.; практ./семинарские- 17 ч.; самостоятельная работа-38ч., экзамен).

Таблица 2.

Структура и содержание дисциплины
Физика атомного ядра и элементарных частиц

№ п/п	Наименование радела (темы)	Семестр	Контактная работа (в часах)						Самостоят. работа	Формы текущего контроля успеваемости *(по неделям семестра)* Форма промежуточной аттестации *(по семестрам)*
			Л	ПЗ	ЛР	ГК	ИК	АИ		
1.	Введение.	6	1	0						Тест, контрольная работа 1, коллоквиум, экзамен
2.	Экспериментальные методы исследования атомного ядра и элементарных частиц		2	2					5	
3.	Свойства атомных ядер.		2	2					4	
4.	Модели атомных ядер.		2	2					4	
5.	**Коллоквиум 1**		1	2					**4**	
6.	Нуклон-нуклонное взаимодействие. Ядерные силы и их основные свойства. Теории ядерных сил.		2	0					4	Тест, контрольная работа 1, коллоквиум, экзамен
7.	Радиоактивность. Типы радиоактивных превращений. Взаимодействие ядерного излучения с веществом.		2	2					4	
8.	Ядерные реакции. Деление тяжелых ядер. Ядерные реакторы. Реакции синтеза.		2	2					4	
9.	Элементарные частицы и их характеристики. Частицы и взаимодействия. Эксперименты в физике высоких энергий. Электромагнитные, сильные, слабые взаимодействия. Дискретные симметрии. Объединение взаимодействий. Современные астрофизические представления.		2	4					5	
10.	**Коллоквиум 2**		1	1					**4**	
	Итого:		17	17					38	

Л – занятия лекционного типа; ПЗ – практические занятия, семинары, ЛР – лабораторные работы; ГК – групповые консультации; ИК – индивидуальные консультации и иные учебные занятия, предусматривающие индивидуальную работу преподавателя с обучающимся; АИ – аттестационные испытания промежуточной аттестации обучающихся.

Таблица 3.

Матрица соотнесения тем/разделов учебной дисциплины/модуля и формируемых в них компетенций

		КОМПЕТЕНЦИИ

Темы, разделы дисциплины	*Кол-во часов*	1	2	3	*Σ общее количество компетенций*
Экспериментальные методы исследования атомного ядра и элементарных частиц	8	ОПК-3	ПК-3	ПК-4	3
Свойства атомных ядер. Модели атомных ядер.	10	ОПК-3	ПК-3	ПК-4	3
Нуклон-нуклонное взаимодействие. Ядерные силы и их основные свойства. Теории ядерных сил.	10	ОПК-3	ПК-3	ПК-4	3
Радиоактивность. Ядерные реакции.	16	ОПК-3	ПК-3	ПК-4	3
Элементарные частицы и их характеристики.	10	ОПК-3	ПК-3	ПК-4	3
Итого					

Содержание дисциплины

Тема 1. Введение.

Введение. Предмет физики атомного ядра и элементарных частиц. Масштабные уровни микромира. Типы фундаментальных взаимодействий.

Тема 2. Экспериментальные методы исследования атомного ядра и элементарных частиц.

Метод рассеяния (постановка опытов, каналы, кинематика). Эффективное сечение. Распады. Источники частиц. Ускорители. Установки со встречными пучками. Детекторы частиц. Масс-спектрометры.

Тема 3. Свойства атомных ядер.

Свойства атомных ядер. Состав ядра, его заряд и массовое число. Нуклон и понятие о формализме изоспина. Масса, энергия связи и удельная энергия связи ядер. Форма и размеры ядер. Спин, магнитный и квадрупольный моменты ядер.

Тема 4. Модели атомных ядер.

Модели атомных ядер. Капельная модель ядра. Формула Вейцзеккера. Модель ядерных оболочек, магические числа.

Тема 5. Нуклон-нуклонное взаимодействие. Ядерные силы и их основные свойства. Теории ядерных сил.

Нуклон-нуклонное взаимодействие и свойства ядерных сил. Теории ядерных сил. Понятие о мезонной теории ядерных сил. Пионы и их свойства.

Тема 6. Радиоактивность. Типы радиоактивных превращений. Взаимодействие ядерного излучения с веществом.

Радиоактивность. Типы радиоактивных превращений. Закон радиоактивного распада. Механизмы альфа-распада и бета-распада. Нейтрино и его свойства. Типы нейтрино. Несохранение четности в слабых взаимодействиях. Гамма-излучение ядер. Эффект Мёссбауера и его применения. Взаимодействие ядерного излучения с веществом.

Тема 7. Ядерные реакции. Деление тяжелых ядер. Ядерные реакторы. Реакции синтеза.

Ядерные реакции, их классификация. Прямые процессы и реакции через составное ядро, резонансные процессы. Деление тяжелых ядер под действием нейтронов. Цепная реакция деления. Ядерные реакторы на тепловых и быстрых нейтронах. Реакции синтеза, условия их осуществления. Энергия звезд. Проблемы управляемого термоядерного синтеза (критерий Лоусона).

Тема 8. Элементарные частицы и их характеристики. Частицы и взаимодействия.

Элементарные частицы и их характеристики. Лептоны и адроны. Лептонные дублеты. Резонансы. Изомультиплеты. Фундаментальные частицы и их классификация. Лептоны, кварки и переносчики взаимодействий. Кварк-лептонная симметрия. Адроны как составные частицы. Аромат и цвет кварков. Кварк-глюонная модель сильного взаимодействия. Частицы и взаимодействия. Эксперименты в физике высоких энергий. Электромагнитные, сильные и слабые взаимодействия. Дискретные симметрии. Обменный механизм фундаментальных взаимодействий. Понятие о единых теориях взаимодействий. Объединение взаимодействий. Современные астрофизические представления.

5. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

5.1. Указания по организации и проведению лекционных, практических (семинарских) и лабораторных занятий с перечнем учебно-методического обеспечения

При разработке учебных программ по ФГОС-3 поколения предполагается использование кроме традиционных форм проведения занятий также активные и интерактивные формы. При этом студенты глубже понимают учебный материал, память также акцентируется на проблемных ситуациях, что способствует запоминанию учебного материала.

В процессе обучения необходимо использовать в первую очередь методы, при которых слушатели идентифицируют себя с учебным материалом, включаются в изучаемую ситуацию, побуждаются к активным действиям, переживают состояние успеха и соответственно мотивируют свое поведение. Всем этим требованиям в наибольшей степени отвечают интерактивные методы обучения.

Учебный процесс, опирающийся на использование интерактивных методов обучения, организуется с учетом включенности в процесс познания всех студентов группы без исключения. Совместная деятельность означает, что каждый вносит свой особый индивидуальный вклад, в ходе работы идет обмен знаниями, идеями, способами деятельности. Организуются индивидуальная, парная и групповая работа, используется проектная работа, ролевые игры, осуществляется работа с документами и различными источниками информации. Интерактивные методы основаны на принципах взаимодействия, активности

обучаемых, опоре на групповой опыт, обязательной обратной связи. Создается среда образовательного общения, которая характеризуется открытостью, взаимодействием участников, равенством их аргументов, накоплением совместного знания, возможностью взаимной оценки и контроля.

Ведущий преподаватель вместе с новыми знаниями ведет участников обучения к самостоятельному поиску. Активность преподавателя уступает место активности студентов, его задачей становится создание условий для их инициативы. Преподаватель отказывается от роли своеобразного фильтра, пропускающего через себя учебную информацию, и выполняет функцию помощника в работе, одного из источников информации.

На кафедре отработана специальная методика чтения лекций, соответствующая современным требованиям компетентностного подхода. При разработке таких лекций для разных дисциплин закладываются общие подходы, которые включают:

- выявление проблем и противоречий, которые диктуются условиями производства;

-системный подход, предполагающий декомпозицию сложной проблемы на самостоятельные более простые блоки;

- оценка возможности моделирования производственных ситуаций и оптимизация решений на модели.

Организационно такая форма изучения материала реализуется в следующей последовательности:

- на первом занятии все учебные материалы (включая лекции) выдаются студентам в электронном виде;

- весь учебный материал разделяется на блоки (темы);

- студенты изучают материалы по темам самостоятельно (самостоятельная работа по подготовке к занятиям);

- на занятиях по расписанию преподаватель обучает студентов группы в активной или интерактивной формах, используя подробную презентацию с примерами и проблемными ситуациями;

- в активной форме студенты под руководством преподавателя обосновывают оптимальное решение поставленной задачи.

- часть занятий в группе по итогам самостоятельного освоения нескольких тем проводится в интерактивной форме, при этом формируется проблемная творческая задача, которая не имеет однозначного решения. Студенты делятся на 3…4 группы, выдается общее задание, но задаются различные варианты решения задачи, каждая группа анализирует предложенное решение, корректирует его и защищает перед студентами других подгрупп. Преподаватель выполняет роль рецензента Задание желательно формировать на основе ситуаций, которые рассматривались при проведении нескольких занятий в активной форме.

При проведении лекционных занятий преподаватель должен объяснить студентам значение компетентностного подхода для формирования современного специалиста, сформировать основные компетенции по специальности и

показать пути их освоения на лабораторных, практических занятиях, а также при курсовом и дипломном проектировании.

Интерактивные лекционные занятия проводятся в следующей форме.

1. Лекция-беседа

В названном виде занятий планируется диалог с аудиторией, это наиболее простой способ индивидуального общения, построенный на непосредственном контакте преподавателя и студента, который позволяет:

- привлекать к двухстороннему обмену мнениями по наиболее важным вопросам темы занятия;
- менять темп изложения с учетом особенности аудитории.

Участие (внимание) слушателей в данной лекции обеспечивается путем вопросно-ответной беседы с аудиторией (постановка проблемного задания).

Вначале лекции и по ходу ее преподаватель задает слушателям вопросы не для контроля усвоения знаний, а для выяснения уровня осведомленности по рассматриваемой проблеме.

Вопросы могут быть элементарными: для того, чтобы сосредоточить внимание, как на отдельных нюансах темы, так и на проблемах.

Продумывая ответ, студенты получают возможность самостоятельно прийти к выводам и обобщениям, которые хочет сообщить преподаватель в качестве новых знаний.

Необходимо следить, чтобы вопросы не оставались без ответа, иначе лекция будет носить риторический характер.

В **лекции с эвристическими элементами** также присутствуют элементы **лекции-беседы.**

2. Лекция с эвристическими элементами

В переводе с греческого «эврика» означает «нашел», «открыл». Исходя из этого, в процессе изложения учебного материала перед студентами ставится задача и они, опираясь на имеющиеся знания, должны:

- найти собственное (индивидуальное, коллективное) решение;
- сделать самостоятельное открытие;
- принять самостоятельное, логически обоснованное решение.

Планирование данного типа лекции требует от преподавателя заранее подобранных задач с учетом знаний аудитории.

3. Лекция с элементами обратной связи.

В данном случае подразумевается изложение учебного материала и использование знаний по смежным предметам (межпредметные связи) или по изученному ранее учебному материалу. Обратная связь устанавливается посредством ответов студентов на вопросы преподавателя по ходу лекции. Чтобы определить осведомленность студентов по излагаемой проблеме, в начале какого-либо раздела лекции задаются необходимые вопросы.

Если студенты правильно отвечают на вводный вопрос, преподаватель может ограничиться кратким тезисом или выводом и перейти к следующему вопросу.

Если же ответы не удовлетворяют уровню желаемых знаний, преподаватель сам излагает подробный ответ, и в конце объяснения снова задает вопрос, определяя степень усвоения учебного материала.

Если ответы вновь демонстрируют низкий уровень знаний студентов – следует изменить методику подачи учебного материала.

4. Лекция с решением производственных и конструктивных задач.

Такая лекция представляет собой разновидность проблемной системы обучения.

Производственная задача – это ситуация, которая кроме материала для анализа (изучения) должна содержать проблему, решение которой предполагает значительный объем знаний, полученных на предыдущих занятиях по данному и по другим предметам.

Такой метод способствует совершенствованию навыков работы с полученной информацией и развитию логического мышления, а также самостоятельному поиску необходимой информации.

5. Лекция с элементами самостоятельной работы студентов

Представляет собой разновидность занятий, когда после теоретического изложения материала требуется практическое закрепление знаний (именно по данной теме занятий) путем самостоятельной работы над определенным заданием. Оптимально для применения на лекциях по спецпредметам.

Очень важно при объяснении выделять основные, опорные моменты опираясь на которые, студенты справятся с самостоятельным выполнением задания. Следует обратить внимание и на часто встречающиеся (возможные) ошибки при выполнении данной самостоятельной работы.

6. Лекция с решением конкретных ситуаций.

Организация активной учебно-познавательной деятельности построена на анализе конкретных ситуаций (микроситуации и ситуации-проблемы).

Микроситуация выражает суть конфликта, или проблемы с весьма схематичным обозначением обстоятельств. Требует от студентов новых самостоятельных выводов, обобщений, заостряет внимание на изучаемом материале (примерами могут служить примерами микроситуации, происходящие в процессе лекционного материала).

Ситуации-проблемы, или ситуации, в которых студентам предлагается не только дать анализ сложившейся обстановки, но и принять логически обоснованное решение, т.е. решить ситуационную задачу.

Преподаватель должен продумать, что дано, что требуется сделать в данной ситуации? Характер вопросов может быть следующим:

1. В чем заключается проблема?
2. Можно ли ее решить?
3. Каков путь решения, т.е. каково решение исследовательской задача.

Важно понимать! Ситуационная задача является источником творческого мышления: от простого словесного рассуждения - к практическому решению задачи.

7. Лекция с коллективным исследованием

По ходу излагаемого материала студентам предлагается совместно вывести то или иное правило, комплекс требований, определить закономерность на основе имеющихся знаний.

Подводя итог рассуждениям, предложениям студентов, преподаватель дает правильное решение путем постановки необходимого вопроса, например: отчего зависит качество изделия, отчего зависит прочность, отчего зависит экономичность?

8. Групповая консультация

Разъяснение является основным содержанием данной формы занятий, наиболее сложных вопросов изучаемого программного материала. Цель – максимальное приближение обучения к практическим интересам с учетом имеющейся информации и является результативным материалом закрепления знаний.

Групповая консультация проводится в следующих случаях:

- когда необходимо подробно рассмотреть практические вопросы, которые были недостаточно освещены или совсем не освещены в процессе лекции;
- с целью оказания помощи в самостоятельной работе (написание рефератов, выполнение курсовых работ, сдача экзаменов, подготовка технических конференций);
- если студенты самостоятельно изучают нормативный, справочный материал, инструкции, положения;
- при заочной форме обучения – обзорные занятия, индивидуальные консультации.

После лекции другими не менее важными формами учебной работы в высшем учебном заведении являются групповые практические, семинарские, лабораторные занятия. Эти

виды учебных занятий служат для дальнейшего уяснения и углубления сведений, полученных на лекциях, а так же для приобретения навыков применения теоретических знаний на практике. А контроль полученных студентом в течение учебного года знаний и навыков осуществляется посредством промежуточной аттестации, которая проводится в соответствии с учебным планом и учебными программами в форме сдачи курсовых работ или проектов, экзаменов и зачетов.

Промежуточная аттестация студентов подразделяется на зачетную, именуемую зачетной неделей, и экзаменационную сессию. Зачеты сдаются в течение одной недели перед экзаменационной сессией. Продолжительность экзаменационных сессий (а их две: зимняя и летняя) в учебном году устанавливается Госстандартом.

5.2. Указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Самостоятельная работа студентов – это основной метод самоподготовки по освоению учебных дисциплин и овладению навыками профессиональной и научно-исследовательской деятельности. Самостоятельная работа студентов-заочников занимает до 90% бюджета времени, отводимого на освоение образовательной программы, и требует постоянного контроля и корректировки.

Важной частью самостоятельной работы является умение выделить основополагающие, отправные точки в понимании материала. Особо важную роль в этом процессе необходимо уделить конспекту лекций, в котором преподаватель сформировал «скелет», структуру раздела дисциплины. Чтением учебной и научной литературы обучающийся углубляет и расширяет знания о предмете изучения. Основная функция учебников – ориентировать студента в системе знаний, умений и навыков, которые должны быть усвоены будущими специалистами по данной дисциплине.

Подготовка к занятиям лекционного типа подразумевает приобретение обучающимся первичных знаний по теме лекции для подготовки к структуризации объекта изучения, которую преподаватель выполняет на лекции. Изучение материала по теме лекции имеет цель уточнения отдельных моментов.

Перед практическим занятием следует изучить конспект лекции и рекомендованную преподавателем литературу, обращая внимание на практическое применение теории и на методику решения типовых задач.

Данной рабочей программой предусмотрена самостоятельная работа в объеме 38 часов. В соответствии с Положением о самостоятельной работе студентов под самостоятельной работой студентов (далее СРС) понимается «учебная, научно-исследовательская и общественно-значимая деятельность студентов, направленная на развитие общих и профессиональных компетенций, которая осуществляется без непосредственного участия преподавателя, хотя и направляется им».

По дисциплине «Физика атомного ядра и элементарных частиц» студентам предлагаются следующие формы СРС:

- изучение обязательной и дополнительной литературы;
- выполнение самостоятельных заданий на практических занятиях;
- решение заданных для самостоятельного решения задач;
- участие в подготовке проектов;

– поиск информации по заданной теме в сети Интернет;
– самоконтроль и взаимоконтроль выполненных заданий;
– подготовка к написанию контрольных работ, тестов, сдача экзамена.

Для самостоятельной подготовки студентам предлагается доступ к сайту дистанционного обучения http://moodle.asu.edu.ru/, на котором выложены лекционные материалы, материалы к практическим занятиям, включающие разобранные задачи и задачи для самостоятельного решения с ответами, тренировочные тесты, сайте логином и паролем для доступа является номер зачетной книжки.

Формы контроля: коллоквиумы, тематические тесты, тематические срезы, контрольные работы, отчеты по лабораторным работам.

Дистанционное тестирование

Дистанционное (интерактивное) тестирование проводится с целью подготовки и ознакомления обучающегося с примерными вопросами контрольного тестирования, которое будет проводиться в аудитории.

После завершения изучения на практических и лабораторных работах очередной проводится репетиционное тестирование на едином образовательном портале. Результаты репетиционного дистанционного тестирования могут быть зачтены преподавателем в качестве результата контрольного тестирования

Подготовка к зачету (экзамену)

Подготовка к зачету предполагает:
- изучение основной и дополнительной литературы;
- изучение конспектов лекций;
- изучение конспектов практических занятий;
- дистанционное тестирование по темам.

Перечень вопросов к зачету представлен в ФОСах. Баллы за зачет выставляются по критериям, представленным в ФОСах.

Главная задача самостоятельной работы студентов – развитие умения приобретать научные знания путем личных поисков, формирование активного интереса и вкуса к творческому, самостоятельному подходу в учебной и практической работе. В процессе самостоятельной работы студент должен научиться понимать сущность предмета изучаемой дисциплины, уметь анализировать и приходить к собственным обоснованным выводам и заключениям. Все виды учебных занятий основываются на активной самостоятельной работе студентов. Планирование самостоятельной работы студентов-заочников должно начинаться сразу после установочных лекций (от лат. lectio – «чтение» – это одна из основных форм организации учебного процесса, представляющая собой устное, монологическое, систематическое, последовательное изложение преподавателем учебного материала).

Таблица 4

Содержание самостоятельной работы обучающихся

Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение	Кол-во часов	Форма работы
Экспериментальные методы исследования атомного ядра и элементарных частиц	4	Работа с источниками информации, изучение тем, выносимых на самостоятельное обсуждение
Свойства атомных ядер.	6	
Модели атомных ядер.	6	
Нуклон-нуклонное взаимодействие. Ядерные силы и их основные свойства. Теории ядерных сил.	4	
Радиоактивность. Типы радиоактивных превращений. Взаимодействие ядерного излучения с веществом.	6	
Ядерные реакции. Деление тяжелых ядер. Ядерные реакторы. Реакции синтеза.	6	
Элементарные частицы и их характеристики. Частицы и взаимодействия. Эксперименты в физике высоких энергий. Электромагнитные, сильные, слабые взаимодействия. Дискретные симметрии. Объединение взаимодействий. Современные астрофизические представления.	6	
Итого	38	

5.3. Виды и формы письменных работ, предусмотренных при освоении дисциплины, выполняемые обучающимися самостоятельно.

Программой предусмотрено выполнение курсовой работы по дисциплине. Кроме того, по усмотрению преподавателя или по просьбе студента, студент для повышения своей оценки имеет право взять дополнительную письменную работу, выполняемую вне аудиторно. Работа может носить характер теста, доклада, реферата и т.д.

Критерии выставления оценок за названные работы сформулированы в ФОСах. Здесь приводятся требования к оформлению работы.

Общие требования оформления курсовой работы/доклада/реферата/ контрольной работы

Доклад/реферат выполняется на листах писчей бумаги формата А-4 в Microsoft Word; объем: 5-10 страниц текста для доклада, 10-15 страниц текста для реферата (приложения к работе не входят в ее объем). Размер шрифта – 14; интервал – 1,5; с нумерацией страниц сверху страницы посередине, абзацный отступ на расстоянии 2,25 см от левой границы поля. В тексте обязательны ссылки на первоисточники. Количество источников: не менее 5-8 различных источников для доклада, не менее 8-10 для реферата.

Все формулы, единицы измерений, расчеты приводятся и ведутся в системе СИ.

При оформлении работы соблюдаются поля:

левое – 25 мм;

правое – 10 мм;

нижнее – 20 мм;

верхнее – 20 мм

· **Оформление таблиц:**

· Таблицы применяют для лучшей наглядности и удобства сравнения показателей. Название таблицы, при его наличии, должно отражать ее содержание, быть точным, кратким. Название таблицы следует помещать над таблицей слева, без абзацного отступа в одну строку с ее номером через тире.

· При переносе части таблицы название помещают только над первой частью таблицы, нижнюю горизонтальную черту, ограничивающую таблицу, не проводят.

· Таблицу следует располагать в отчете непосредственно после текста, в котором она упоминается впервые, или на следующей странице.

· На все таблицы должны быть ссылки в реферате. При ссылке следует писать слово «таблица» с указанием ее номера.

· **Оформление иллюстраций:**

· Иллюстрации (чертежи, графики, схемы, компьютерные распечатки, диаграммы, фотоснимки) следует располагать непосредственно после текста, в котором они упоминаются впервые, или на следующей странице.

· Иллюстрации могут быть в компьютерном исполнении, в том числе и цветные.

· На все иллюстрации должны быть даны ссылки в реферате.

· Иллюстрации, за исключением иллюстрации приложений, следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией.

· Если рисунок один, то он обозначается «Рисунок 1». Слово «рисунок» и его наименование располагают посередине строки.

· Допускается нумеровать иллюстрации в пределах раздела. В этом случае номер иллюстрации состоит из номера раздела и порядкового номера иллюстрации, разделенных точкой. Например, Рисунок 1.1.

· Иллюстрации, при необходимости, могут иметь наименование и пояснительные данные (подрисуночный текст). Слово «Рисунок» и наименование помещают после пояснительных данных и располагают следующим образом: Рисунок 1 — Схема карты сайта.

· Иллюстрации каждого приложения обозначают отдельной нумерацией арабскими цифрами с добавлением перед цифрой обозначения приложения. Например, Рисунок А.3.

· При ссылках на иллюстрации следует писать «... в соответствии с рисунком 2» при сквозной нумерации и «... в соответствии с рисунком 1.2» при нумерации в пределах раздела.

· **Приложения**

· Приложение оформляют как продолжение данного документа на последующих его листах или выпускают в виде самостоятельного документа.

· В тексте документа на все приложения должны быть даны ссылки. Приложения располагают в порядке ссылок на них в тексте документа, за исключением справочного приложения «Библиография», которое располагают последним.

· Каждое приложение следует начинать с новой страницы с указанием наверху посередине страницы слова «Приложение», его обозначения и степени.

· Приложение должно иметь заголовок, который записывают симметрично относительно текста с прописной буквы отдельной строкой.

· Приложения обозначают заглавными буквами русского алфавита, начиная с А, за исключением букв Ё, 3, Й, 0, Ч, Ь, Ы, Ъ. После слова «Приложение» следует буква, обозначающая его последовательность.

· Допускается обозначение приложений буквами латинского алфавита, за исключением букв I и O.

· В случае полного использования букв русского и латинского алфавитов допускается обозначать приложения арабскими цифрами.

· Если в документе одно приложение, оно обозначается «Приложение А».

· Текст каждого приложения, при необходимости, может быть разделен на разделы, подразделы, пункты, подпункты, которые нумеруют в пределах каждого приложения. Перед номером ставится обозначение этого приложения.

· Приложения должны иметь общую с остальной частью документа сквозную нумерацию страниц.

Представление.

Письменная работа должна быть представлена в **двух видах**: печатном и электронном.

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

6.1. Образовательные технологии

При проведении ***лекционных занятий*** предусматривается использование ресурсов сети Интернет для демонстрации интерактивных моделей исследовательских установок и изучаемых процессов.

Используются формы ***бинарных уроков***, во время которых для проведения инженерных расчетов интегрируются физика, математический анализ и изучаемая дисциплина.

При проведении семинаров используются элементы ***деловой игры***: например, разбившись на команды, студенты проводят сравнительный анализ методов исследования структуры вещества.

При изложении курса преподавателю необходимо придерживаться основных принципов обучения: двигаться от простого к сложному, во взаимосвязи с другими курсами. Освоение теоретического курса должно сопровождаться решениями практических задач разного уровня сложности.

Таблица 5.

Образовательные технологии, используемые при реализации учебных занятий

Раздел, тема дисциплины (модуля)	Форма учебного занятия		
	Лекция	Практическое занятие, семинар	Лабораторная работа
Введение.	Лекция с элементами обратной связи	Компьютерные симуляции Мастер-класс Практико-ориентированное занятие	Не предусмотрено
Экспериментальные методы	Лекция-	Компьютерные симуляции	Не предусмот-

исследования атомного ядра и элементарных частиц	диалог	Мастер-класс Практико-ориентированное занятие	рено
Свойства атомных ядер.	Лекция-диалог	Компьютерные симуляции Мастер-класс Практико-ориентированное занятие	Не предусмотрено
Модели атомных ядер.	Лекция с элементами обратной связи	Компьютерные симуляции Мастер-класс Практико-ориентированное занятие	Не предусмотрено
Нуклон-нуклонное взаимодействие. Ядерные силы и их основные свойства. Теории ядерных сил.	Бинарное занятие	Компьютерные симуляции Мастер-класс Практико-ориентированное занятие	Не предусмотрено
Радиоактивность. Типы радиоактивных превращений. Взаимодействие ядерного излучения с веществом.	Бинарное занятие	Компьютерные симуляции Мастер-класс Практико-ориентированное занятие	Не предусмотрено
Ядерные реакции. Деление тяжелых ядер. Ядерные реакторы. Реакции синтеза.	Бинарное занятие	Компьютерные симуляции Мастер-класс Практико-ориентированное занятие	Не предусмотрено
Элементарные частицы и их характеристики. Частицы и взаимодействия. Эксперименты в физике высоких энергий. Электромагнитные, сильные, слабые взаимодействия. Дискретные симметрии. Объединение взаимодействий. Современные астрофизические представления.	Бинарное занятие	Компьютерные симуляции Мастер-класс Практико-ориентированное занятие	Не предусмотрено

6.2. Информационные технологии

При изучении дисциплины «Молекулярная физика» используется система управления обучением на платформе Moodle, созданная в Астраханском государственном университете (АГУ) с 2012 года. Она предоставляет возможность круглосуточного доступа к ресурсам (учебным материалам) курса, на которые подписан студент, его интерактивным действиям (независимо от местонахождения), а преподавателям – платформу для оперативного обнародования выставляемых оценок, важных событий и идей, для информирования студентов об изменениях в учебном процессе. По изучаемой дисциплине на выбранной платформе размещены задания для практических занятий, контрольные и тестовые задания, кейс-задачи. Платформа позволяет реализовывать как обучающий, так и контрольный режим выполнения заданий.

Для самостоятельной подготовки в настоящее время студентам предлагается доступ к сайту дистанционного обучения http://moodle.asu.edu.ru/, на котором выложены лекционные материалы, материалы к практическим занятиям, включающие разобранные задачи и задачи для самостоятельного решения с ответами, тренировочные тесты, для доступа на сайт логином и паролем для доступа является номер зачетной книжки.

Также как источник информации широко используются электронные учебники и различные сайты как на договорной основе (смотри п. 6.3), так и находящиеся в свободном доступе.

Интернет и IT технологии широко используются при подготовке лекций, презентаций, кейс-заданий и пр.

Методические указания рекомендуется приносить на каждое занятие, чтобы «отслеживать» рассмотрение вопросов предусмотренных для ответов на коллоквиумах. Кроме того необходимая литература выдается в электронном виде, в формате .djvu и pdf. Студенты перед каждой лекцией изучают материалы, полученные от преподавателя на предыдущей лекции. Для повышения рейтинга для студентов разработана система дополнительных занятий, включающих в себя исследовательские, технические и практические задания. Получить их можно в течение первых двух недель индивидуально.

С использованием изученных методов решения задач разбирают домашние задачи и представляют их на занятиях. Для выставления промежуточного и итогового рейтингов разработана система домашних и аудиторных контрольных работ.

Формы контроля: коллоквиумы, тематические тесты, тематические срезы, контрольные работы.

6.3. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

1. Электронный каталог Научной библиотеки АГУ на базе MARK SQL НПО «Информ-систем»: https://library.asu.edu.ru.
2. Электронная библиотека «Астраханский государственный университет» собственной генерации на электронной платформе ООО «БИБЛИОТЕХ»: https://biblio.asu.edu.ru.
3. Электронный каталог «Научные журналы АГУ»: http://journal.asu.edu.ru/.
4. Государственная информационная система «Национальная электронная библиотека (НЭБ)» – Федеральная государственная информационная система, обеспечивающая создание единого российского электронного пространства знаний: http://нэб.рф.
5. Электронная библиотека диссертаций (ЭБД) РГБ - Российская государственная библиотека (РГБ): http://dvs.rsl.ru.
6. Электронная библиотечная система (ЭБС) ООО «Политехресурс» «Консультант студента»: www.studentlibrary.ru.
7. Электронная библиотечная система (ЭБС) ООО «Центр цифровой дистрибуции» «КНИГАФОНД»: www.knigafund.ru/.
8. Электронная библиотечная система издательства ЮРАЙТ раздел «Легендарные книги».
9. Универсальная справочно-информационная полнотекстовая база данных периодических изданий ООО «ИВИС»: http://dlib.eastview.com/
10. Научная электронная библиотека eLIBRARY.ru ООО «РУНЭБ» - крупнейший российский информационный портал: http://elibrary.ru

Перечень лицензионного учебного программного обеспечения

Наименование программного обеспечения	Назначение
Adobe Reader	Программа для просмотра электронных документов
Moodle	Образовательный портал ФГБОУ ВО «АГУ»
Mozilla FireFox	Браузер
Microsoft Office 2013, Microsoft Office Project 2013 , Microsoft Office Visio 2013	Офисная программа
7-zip	Архиватор
Microsoft Windows 7 Professional	Операционная система
Kaspersky Endpoint Security	Средство антивирусной защиты

7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

7.1. Паспорт фонда оценочных средств.

В качестве форм **текущей** аттестации используются такие формы, как проверка домашних заданий, контрольные работы, устные опросы, коллоквиумы.

Промежуточный контроль имеет форму контрольной работы, в которой оценивается уровень овладения обучающимися знаниями по предмету.

В соответствии с Положением о рейтинговой системе оценки успеваемости студентов во время последней контрольной недели семестра преподаватель подводит итоги работы каждого студента и объявляет результаты студентам. Однако если студент желает улучшить свой рейтинг по дисциплине, ему предоставляется право набрать дополнительные баллы – переписать контрольные работы, коллоквиум, пересдать тесты, выполнить дополнительные задания, участвовать в проекте и т.п.

Поскольку дисциплина преподается в течение одного семестра, для выставления итоговой оценки на экзамене выводится средний балл по дисциплине. В случае если средний балл составляет не менее 61, и студент согласен с итоговой оценкой, ему выставляется оценка согласно шкале перевода:

- до 59 баллов – «неудовлетворительно»;
- от 60 до 69 баллов – «удовлетворительно»;
- от 70 до 89 баллов – «хорошо»;
- от 90 до 100 баллов – «отлично».

Таблица 5.

Соответствие изучаемых разделов, результатов обучения и оценочных средств

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины*	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1	Экспериментальные методы исследования атомного ядра и элементарных частиц	ПК-1, ПК-4	1. Вопросы для собеседования 2. Тестовые задания 3. Задание на контрольную работу 4. Вопросы к коллоквиуму
2	Свойства атомных ядер.	ПК-1, ПК-4	1. Вопросы для собеседования 2. Тестовые задания 3. Задание на контрольную работу 4. Вопросы к коллоквиуму
3	Модели атомных ядер.	ПК-1, ПК-4	1. Вопросы для собеседования 2. Тестовые задания 3. Задание на контрольную работу 4. Вопросы к коллоквиуму
4	Нуклон-нуклонное взаимодействие. Ядерные силы и их основные свойства. Теории ядерных сил.	ПК-1, ПК-4	1. Вопросы для собеседования 2. Тестовые задания 3. Задание на контрольную работу 4. Вопросы к коллоквиуму
5	Радиоактивность. Типы радиоактивных превращений. Взаимодействие ядерного излучения с веществом.	ПК-1, ПК-4	1. Вопросы для собеседования 2. Тестовые задания 3. Задание на контрольную работу 4. Вопросы к коллоквиуму

6	Ядерные реакции. Деление тяжелых ядер. Ядерные реакторы. Реакции синтеза.	ПК-1, ПК-4	1. Вопросы для собеседования 2. Тестовые задания 3. Задание на контрольную работу 4. Вопросы к коллоквиуму
7	Элементарные частицы и их характеристики. Частицы и взаимодействия. Эксперименты в физике высоких энергий. Электромагнитные, сильные, слабые взаимодействия. Дискретные симметрии. Объединение взаимодействий. Современные астрофизические представления.	ПК-1, ПК-4	1. Вопросы для собеседования 2. Тестовые задания 3. Задание на контрольную работу 4. Вопросы к коллоквиуму

7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, описание шкал оценивания

Таблица 7.

Показатели оценивания результатов обучения в виде знаний

Шкала оценивания	Критерии оценивания
5 «отлично»	демонстрирует глубокое знание теоретического материала, умение обоснованно излагать свои мысли по обсуждаемым вопросам, способность полно, правильно и аргументированно отвечать на вопросы,приводить примеры
4 «хорошо»	демонстрирует знание теоретического материала, его последовательное изложение, способность приводить примеры, допускает единичные ошибки, исправляемые после замечания преподавателя
3 «удовлетворительно»	демонстрирует неполное, фрагментарное знание теоретического материала, требующее наводящих вопросов преподавателя, допускает существенные ошибки в его изложении,затрудняется в приведении примеров и формулировке выводов
2 «неудовлетворительно»	демонстрирует существенные пробелы в знании теоретического материала, не способен его изложить и ответить на наводящие вопросы преподавателя, не может привести примеры

Таблица 8.

Показатели оценивания результатов обученияв виде умений и владений

Шкала оценивания	Критерии оценивания
5 «отлично»	демонстрирует способность применять знание теоретического материала при выполнении заданий, последовательно и правильно выполняет задания, умеет обоснованно излагать свои мысли и делать необходимые выводы
4 «хорошо»	демонстрирует способность применять знание теоретического материала при выполнении заданий, последовательно и правильно выполняет задания, умеет обоснованно излагать свои мысли и делать необходимые выводы, допускает единичные ошибки, исправляемые после замечания преподавателя
3 «удовлетворительно»	демонстрирует отдельные, несистематизированные навыки, испытывает затруднения и допускает ошибки при выполнении заданий, выполняет задание по подсказке преподавателя, затрудняется в формулировке выводов
2 «неудовлетворительно»	не способен правильно выполнить задания

7.3. Контрольные задания и иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения по дисциплине (модулю)

Вопросы к экзамену

1. Масштабные уровни микромира. Типы фундаментальных взаимодействий.
2. Метод рассеяния (постановка экспериментов, каналы, кинематика). Эффективное сечение. Распады.
3. Источники частиц. Ускорители. Установки со встречными пучками.
4. Детекторы частиц. Масс-спектрометры.
5. Состав ядра, его заряд и массовое число. Нуклон и понятие о формализме изоспина.
6. Масса, энергия связи и удельная энергия связи ядер. Форма и размеры ядер.
7. Спин, магнитный и квадрупольный моменты ядер.
8. Модели ядра. Капельная модель ядра. Формула Вейцзеккера. Модель ядерных оболочек, магические числа.
9. Ядерные силы и их основные свойства. Понятие о мезонной теории ядерных сил. Пионы и их свойства.
10. Радиоактивность, типы радиоактивных превращений. Закон радиоактивного распада.
11. Механизмы альфа-распада. Экспериментальные закономерности. Энергетическое рассмотрение альфа-распада.
12. Механизмы бета-распада. Нейтрино и его свойства. Типы нейтрино. Несохранение четности в слабых взаимодействиях.
13. Гамма-излучение ядер. Эффект Мёссбауера и его применения.
14. Ядерные реакции, их классификация. Прямые процессы и реакции через составное ядро, резонансные процессы. Деление тяжелых ядер под действием нейтронов.
15. Цепная реакция деления. Ядерные реакторы на тепловых и быстрых нейтронах.
16. Реакции синтеза, условия их осуществления. Энергия звезд. Проблемы управляемого термоядерного синтеза (критерий Лоусона).
17. Элементарные частицы и их характеристики. Лептоны и адроны. Лептонные дублеты. Резонансы. Изомультиплеты.
18. Фундаментальные частицы и их классификация. Лептоны, кварки и переносчики взаимодействий. Кварк-лептонная симметрия.
19. Адроны как составные частицы. Аромат и цвет кварков. Кварк-глюонная модель сильного взаимодействия.
20. Обменный механизм фундаментальных взаимодействий. Понятие о единых теориях взаимодействий.

Вопросы к коллоквиуму № 1

1. Масштабные уровни микромира. Типы фундаментальных взаимодействий.
2. Метод рассеяния (постановка экспериментов, каналы, кинематика). Эффективное сечение. Распады.

3. Источники частиц. Ускорители. Установки со встречными пучками.
4. Детекторы частиц. Масс-спектрометры.
5. Состав ядра, его заряд и массовое число. Нуклон и понятие о формализме изоспина.
6. Масса, энергия связи и удельная энергия связи ядер. Форма и размеры ядер.
7. Спин, магнитный и квадрупольный моменты ядер.
8. Модели ядра. Капельная модель ядра. Формула Вейцзеккера. Модель ядерных оболочек, магические числа.
9. Ядерные силы и их основные свойства. Понятие о мезонной теории ядерных сил. Пионы и их свойства.
10. Радиоактивность, типы радиоактивных превращений. Закон радиоактивного распада.
11. Механизмы альфа-распада. Экспериментальные закономерности. Энергетическое рассмотрение альфа-распада.
12. Механизмы бета-распада. Нейтрино и его свойства. Типы нейтрино. Несохранение четности в слабых взаимодействиях.
13. Гамма-излучение ядер. Эффект Мёссбауера и его применения.

Вопросы к коллоквиуму № 2

1. Ядерные реакции, их классификация. Прямые процессы и реакции через составное ядро, резонансные процессы. Деление тяжелых ядер под действием нейтронов.
2. Цепная реакция деления. Ядерные реакторы на тепловых и быстрых нейтронах.
3. Реакции синтеза, условия их осуществления. Энергия звезд. Проблемы управляемого термоядерного синтеза (критерий Лоусона).
4. Элементарные частицы и их характеристики. Лептоны и адроны. Лептонные дублеты. Резонансы. Изомультиплеты.
5. Фундаментальные частицы и их классификация. Лептоны, кварки и переносчики взаимодействий. Кварк-лептонная симметрия.
6. Адроны как составные частицы. Аромат и цвет кварков. Кварк-глюонная модель сильного взаимодействия.
7. Обменный механизм фундаментальных взаимодействий. Понятие о единых теориях взаимодействий.

Темы курсовых работ

1. Свойства нейтронов.
2. Нуклон - нуклонное взаимодействие и свойства ядерных сил.
3. Эксперименты в физике высоких энергий.
4. Современные астрофизические представления.
5. Нуклеосинтез во Вселенной.
6. Ядерные реакции в звездах.
7. Объединение взаимодействий.
8. Космические лучи. Состав и происхождение.
9. Квантовая Вселенная.

10. Нуклеосинтез.
11. Физика высоких энергий и элементарные частицы.
12. Физика столкновений ультрарелятивистских ядер.
13. Ядерная резонансная флуоресценция.
14. Детекторы частиц.
15. Гигантский дипольный резонанс атомных ядер.
16. Взаимодействие электронов и фотонов с атомными ядрами.
17. Экзотические ядра.
18. Электромагнитные взаимодействия ядер.
19. Физика нейтрино.
20. Лазерно-электронный источник рентгеновского излучения.
21. Радиоактивные изотопы.
22. Жидкие сцинтилляционные детекторы.
23. Кварковая модель адронов.
24. Ядерно-физические методы в хронологии.
25. Детектирующая система SHMS на ускорителе CEBAF.
26. Теоретические и технические основы ядерной энергетики.
27. "Тяжелый" электрон и судьба Вселенной.
28. Темная материя во Вселенной.
29. Детектор ALICE. Фотонный спектрометр PHOS.
30. Вакуумные насосы.
31. Поиск массы нейтрино в экспериментах бета-распада трития.
32. Эксперимент Райнеса и Коуэна.
33. Нейтринная обсерватория в Садбери.
34. Нейтринные детекторы: Kamiokande-II, Super-Kamiokande и KamLand.
35. Байкальский подводный нейтринный телескоп.
36. Описание появления масс нейтрино в рамках стандартной модели.
37. Осцилляции заряженных лептонов, как следствие осцилляций нейтрино.
38. Осцилляции нейтрино.
39. Кварковая модель адронов.
40. Модель пятимерного гармонического осциллятора.
41. Модель аксиально-симметричного ротатора.
42. Двухкомпонентная модель ядерной жидкости.

Перечень типовых задач

1. Протон с кинетической энергией T = 2 МэВ налетает на неподвижное ядро ^{197}Au. Определить дифференциальное сечение рассеяния $\partial\sigma/\partial\Omega$ на угол $\theta = 60^0$. Как изменится величина дифференциального сечения рассеяния, если в качестве рассеивающего ядра выбрать ^{197}Au?
2. Золотая пластинка толщиной l = 0,1 мм облучается пучком α-частиц T = 5 МэВ. Сколько α-частиц на единицу телесного угла падает в секунду на детектор, расположенный под углом $\theta = 170^0$ к оси пучка? Площадь пятна пучка на мишени S = 1 см^2.
3. При упругом рассеянии электронов с энергией T = 750 МэВ на ядрах ^{40}Ca в сечении наблюдается дифракционный минимум под углом $\theta_{min} = 18^0$. Оценить радиус ядра ^{40}Ca.
4. Оценить плотность ядерной материи.

5. Массы нейтрона и протона в энергетических единицах равны соответственно m_n = 939,6 МэВ и m_p = 938,3 МэВ. Определить массу ядра ^{2}H в энергетических единицах, если энергия связи дейтрона $E_{св}$ (^{2}H) =2,2 МэВ.

6. Массы нейтральных атомов в а.е.м.: ^{16}O - 15,9949, ^{15}O - 15,0030, ^{15}N - 15,0001. Чему равны энергии отделения нейтрона и протона в ядре ^{16}O?

7. Считая, что разность энергий связи зеркальных ядер определяется только различием энергий кулоновского отталкивания в этих ядрах, вычислить радиусы зеркальных ядер ^{23}Na и ^{23}Mg.

8. Известно, что внутренний электрический квадрупольный момент Q_0 ядра ^{175}Lu равен +5,9 Фм^2. Какую форму имеет это ядро? Чему равен параметр деформации этого ядра?

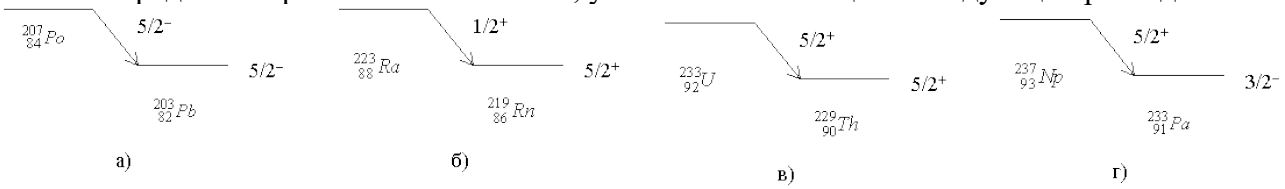
9. Определить значения изоспинов I основных состояний ядер изотопов углерода - ^{10}C, ^{11}C, ^{12}C, ^{13}C, ^{14}C.

10. Активность препарата ^{32}P равна 2 мкКи. Сколько весит такой препарат? Период полураспада $T_{1/2}$ для ^{32}P равен 14,5 суток.

11. Во сколько раз число распадов ядер радиоактивного йода ^{131}I в течение первых суток больше числа распадов в течение вторых суток? Период полураспада изотопа ^{131}I равен 193 часам.

12. Определить энергию W, выделяемую 1 мг препарата ^{210}Po за время, равное среднему времени жизни, если при одном акте распада выделяется энергия ε = 5 МэВ.

13. Определить орбитальный момент *l*, уносимый α-частицей в следующих распадах:



14. Используя значения масс атомов, определить верхнюю границу спектра позитронов, испускаемых при β-распаде ядра ^{27}Si. Масса атома ^{27}Si равна 25137,961 МэВ, а ^{27}Al - 25133,150 МэВ.

15. Определить энергию отдачи ядра ^{7}Li, образующегося при е-захвате в ядре ^{7}Be. $E_{св}$ (^{7}Be) = 37,6 МэВ, $E_{св}$ (^{7}Li) = 39,3 МэВ.

16. Энергии связи ядер ^{114}Cd, ^{114}In, ^{114}Sn равны соответственно 972,63 МэВ, 970,42 МэВ и 971,61 МэВ. Определить возможные виды β-распада ядра ^{114}In.

17. Определить типы и мультипольности γ-переходов:
$1^- \rightarrow 0^+$, 2) $1^+ \rightarrow 0^+$, 3) $2^- \rightarrow 0^+$, 4) $2^+ \rightarrow 3^-$, 5) $2^+ \rightarrow 3^+$, 6) $2^+ \rightarrow 2^+$.

18. Определить пороговое значение энергии γ-кванта в реакции фоторождения π^0-мезона на протоне - $\gamma + p \rightarrow p + \pi^0$. Масса π^0-мезона *m* = 134,98 МэВ.

19. Рассчитать энергии и пороги реакций ^{32}S(γ,p)^{32}P и ^{4}He(α,p)^{7}Li.
Массы - протона m_p = 1.00728 а.е.м., ядер M (^{4}He) = 4,00151 а.е.м., M (^{7}Li) = 7,01436 а.е.м., M (^{32}P) = 30.96553 а.е.м., M (^{32}S) = 31.96329 а.е.м.

20. Найти ширины Г возбужденных состояний ядра ^{57}Fe, если их средние времена жизни составляют: $t(5/2^-) = 0.8*10^{-8}$ с, $t(3/2^-) = 10^{-7}$ с. Возможно ли резонансное поглощение γ-квантов, излучаемых при переходах из этих состояний, покоящимся ядром ^{57}Fe?

21. Определить величину суммарной кинетической энергии π-мезонов, образующихся при распаде покоящегося K^+-мезона: $K^+ \rightarrow \pi^+ + \pi^+ + \pi^-$. Массы покоя частиц в энергетических единицах:
$m(K^+)$ = 493,646 МэВ, $m(\pi^\pm)$ = 139,658 МэВ.

22. Какие из приведенных ниже реакций под действием антинейтрино возможны, какие запрещены и почему:
1) $\bar{\nu}_\mu + p \rightarrow n + \mu^+$; 2) $\bar{\nu}_e + n \rightarrow p + \mu^-$; 3) $\bar{\nu}_\mu + n \rightarrow p + \mu^-$.

23. Построить из кварков следующие частицы: p, n, Λ, Σ^0, Ξ^0, Ω^-.
24. Как меняются при операции обращения времени следующие величины: импульс, момент количества движения, энергия, векторный и скалярный потенциалы, напряженность электрического и магнитного поля?
25. Определить критические энергии электронов для углерода, алюминия, железа, свинца.

Темы лекционных занятий

1. Масштабные уровни микромира. Типы фундаментальных взаимодействий.
2. Метод рассеяния (постановка опытов, каналы, кинематика). Эффективное сечение. Распады.
3. Источники частиц. Ускорители. Установки со встречными пучками.
4. Детекторы частиц. Масс-спектрометры.
5. Свойства атомных ядер. Состав ядра, его заряд и массовое число. Нуклон и понятие о формализме изоспина.
6. Масса, энергия связи и удельная энергия связи ядер. Форма и размеры ядер.
7. Спин, магнитный и квадрупольный моменты ядер.
8. Модели атомных ядер. Капельная модель ядра. Формула Вейцзеккера. Модель ядерных оболочек, магические числа.
9. Ядерные силы и их основные свойства. Нуклон-нуклонное взаимодействие. Понятие о мезонной теории ядерных сил. Пионы и их свойства.
10. Радиоактивность, типы радиоактивных превращений. Закон радиоактивного распада.
11. Механизмы альфа-распада и бета-распада. Нейтрино и его свойства. Типы нейтрино. Несохранение четности в слабых взаимодействиях.
12. Гамма-излучение ядер. Эффект Мёссбауера и его применения.
13. Ядерные реакции, их классификация. Прямые процессы и реакции через составное ядро, резонансные процессы. Деление тяжелых ядер под действием нейтронов.
14. Цепная реакция деления. Ядерные реакторы на тепловых и быстрых нейтронах.
15. Реакции синтеза, условия их осуществления. Энергия звезд. Проблемы управляемого термоядерного синтеза (критерий Лоусона).
16. Элементарные частицы и их характеристики. Лептоны и адроны. Лептонные дублеты. Резонансы. Изомультиплеты.
17. Фундаментальные частицы и их классификация. Лептоны, кварки и переносчики взаимодействий. Кварк-лептонная симметрия.
18. Адроны как составные частицы. Аромат и цвет кварков. Кварк-глюонная модель сильного взаимодействия.
19. Обменный механизм фундаментальных взаимодействий. Понятие о единых теориях взаимодействий.

Темы практических занятий

1. Масштабные уровни микромира. Сравнение характеристик атомов и ядер. Фундаментальные взаимодействия.
2. Метод рассеяния. Эффективное сечение.
3. Характеристики атомных ядер и ядерных частиц.
4. Энергия связи ядер. Модели ядер (модель ферми-газа, оболочечная модель).
5. Радиоактивные превращения ядер. Закон радиоактивного распада. Альфа- и бета-распады.
6. Гамма-излучение ядер. Эффект Мёссбауера.
7. Ядерные реакции, законы сохранения. Сечения и выходы. Реакции деления и реакции синтеза ядер.
8. Взаимодействие элементарных частиц. Распад частиц.
9. Внутренние свойства элементарных частиц. Кварковый состав барионов и мезонов.

Таблица 9.

Примеры оценочных средств с ключами правильных ответов

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
ПК-1. Способностью использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин				
1.	Задание закрытого типа	Магические числа представлены в ряду: 1) 2, 5, 20, 28, 60, 82 и 126 2) 2, 4, 8, 20, 28, 50, 82 и 125 3) 2, 8, 20, 28, 50, 82 и 126	3	1
2.		Выберите верное суждение: 1) Нуклоны, двигаясь в потенциальной яме, могут находиться не только на различных дискретных энергетических уровнях. 2) Обозначение уровней нуклона в ядре или систематика уровней имеет следующий вид. Первой ставится буква, обозначающая квантовое число орбитального момента, затем следует цифра главного квантового числа. 3) Основные состояния дважды магических ядер должны иметь характеристику 0^+, т.е. каждая заполненная оболочка имеет нулевой спин и положительную четность.	3	1
3.		Свойством β-распада не является: 1) Спектр испускаемых электронов является непрерывным 2) Кроме электрона (позитрона) в процессе β-распада ядра испускается также нейтральная частица ν_e со спином $s = 1/2$. 3) Спектр испускаемых электронов является прерывным	3	1
4.		Какого из названий элементарных частиц не существует?	2	1

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
		1) Странная 2) Безумная 3) Очарованная 4) Прелестная		
5.		Ядра, находящиеся в метастабильных состояниях, называют 1) нуклонами 2) мезонами 3) изомерами	3	1
6.	Задание открытого типа	Степени свободы можно классифицировать на 1) Ядерная материя и капельная модель 2) Коллективная и обобщенная 3) Коллективные и одночастичные	3	1
7.		Радиоактивность природных солей была открыта 1) А. Беккерелем 2) Ф. и И. Кюри 3) О. Бор, Б. Моттельсон	1	1
8.		По формуле ниже вычисляется : $k = \frac{число\ нейтронов\ в}{число\ нейтронов\ в\ пр}$. 1) коэффициент размножения нейтронов в системе 2) коэффициент размножения в бесконечной среде 3)коэффициент сомножения	1	1
9.		Капельная модель разработана… 1) Бор, Френкель 2) В. Вайскопф, Г. Фешбах 3) М. Гепперт-Майер, И. Йенсен	1	1
10.		Основным результатом капельной модели является полуэмпирическая формула 1) Вейцзеккера 2) М. Гепперт-Майера 3) Кулона	1	1
ПК-4. Способностью применять на практике профессиональные знания и умения, полученные при				

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
освоении профильных физических дисциплин				
11.	Задание закрытого типа	В реакторе не происходит следующий процесс: 1) выгорание и воспроизводство горючего; 2) отравление активной зоны осколками деления, которые радиоактивны и могут интенсивно поглощать нейтроны; 3) поглощение тепла за счет экзотермической реакции деления; 4) отравление защиты и конструктивных материалов нейтронами, что ведет к вторичной радиоактивности и к изменению их свойств.	3	1
12.		К основным характеристикам элементарных частиц не относится: 1) собственное время жизни 2) пространственная четность 3) нейтральность 4) масса	3	1
13.		Какие из нижеперечисленных частиц не относятся к элементарным? 1) Бозон Хиггса 2) Кварки 3) Атомное ядро 4) Нейтрино	3	1
14.		Теория химических цепных реакций была разработана 1) Я.Б. Зельдовичем 2) Ю.Б. Харитоном 3) Н.Н. Семеновым	3	1
15.		Нейтрино относят к 1) Лептонам 2) Кваркам 3) Адронам	1	1
16.	Задание открытого типа	При каждом α-распаде число протонов Z и число нейтронов в дочернем ядре по отношению к материнскому 1) увеличивается на две еди-	3	1

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
		ницы (число нуклонов – на 4) 2) уменьшается на две единицы (число нуклонов – на 1) 3) уменьшается на две единицы (число нуклонов – на 4)		
17.		Нейтрон был открыт 1) Дж.Томсоном 2) П.А.М. Дираком 3) Дж.Чэдвиком 4) К. Андерсоном	3	1
18.		Правило смещения (Ф.Содди, К.Фаянс, 1913 г.) указано в пункте: 1) $A = 4\pi + C$ 2) $A = 2\pi + C$ 3) $A = \pi + 4C$	1	1
19.		Впервые ядерную реакцию, бомбардируя α-частицами атомы газообразного азота наблюдал 1) Резерфорд 2) Бор 3) Вейцзейккер	1	1
20.		Механизм прямых реакций (С. Батлер, 1953) имеет место в случае 1) ядерных реакций, которые протекают достаточно медленно, обычно за времена $\tau \sim 10^{-12}$ с. 2) быстрых частиц, когда налетающая частица взаимодействует лишь с отдельным нуклоном ядра или небольшой группой 3) образования составного ядра $^{236}_{92}U^{*}$	2	1

Полный комплект оценочных материалов по дисциплине (модулю) (фонд оценочных средств) хранится в электронном виде на кафедре, утверждающей рабочую программу дисциплины (модуля), и в Центре мониторинга и аудита качества обучения.

7.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)

Оценка достижений студентов строится на основе системы БАРС (Приказ ректора от 13.01.2014 г. № 08-01-01/08) познакомиться с которой можно по ссылке http://asu.edu.ru/images/File/Ilil_5/ATT00072.pdf .

Максимальное количество баллов за работу

№ п/п	Контролируемые мероприятия	Количество мероприятий/ баллы	Максимальное количество баллов	Срок предоставления
Основной блок				
1.	Коллоквиум	2/2	20	
2.	Тетрадь с лекциями	1/1	4	
3.	Контрольная работа	2/2	30	
4.	Тетрадь по практике	1/1	6	
	Всего		60	
Блок бонусов				
5.	Отсутствие пропусков (лекций, практических занятий)		4	
6.	Активная работа на занятиях		4	
7.	Своевременное выполнение заданий		2	
	Всего		10	
Дополнительный блок				
8.	Экзамен			
Итого			100	

Система штрафов

Показатель	Баллы
Опоздание (два и более)	-2
Не готов к практическому занятию	-2
Нарушение дисциплины	-2
Пропуски лекций без уважительных причин (за одну лекцию)	-2
Пропуски практических занятий без уважительных причин (за одно занятие)	-2
Не своевременное выполнение задания	-2
Нарушение техники безопасности	-1

При пересдаче экзамена (зачета) из рейтингового балла студента вычитается:
- первая пересдача – 5 баллов
- вторая пересдача – 10 баллов

Формирование итоговой оценки по дисциплине с использованием балльно-рейтинговой системы основывается на следующих критериях

Характеристика ответа	Оценка	Рейтинговые баллы
1	*2*	*3*
Дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показана совокупность осознанных знаний об объекте, проявляющаяся в свободном оперировании понятиями, умении выделить существенные и несущественные его признаки, причинно-следственные связи. Знание об объекте демонстрируется на фоне понимания его в системе данной науки и междис-	*5+*	*96 - 100*

циплинарных связей. Ответ формулируется в терминах науки, изложен литературным языком, логичен, доказателен, демонстрирует авторскую позицию студента.		
Дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показана совокупность осознанных знаний об объекте, доказательно раскрыты основные положения темы; в ответе прослеживается четкая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий, теорий, явлений. Знание об объекте демонстрируется на фоне понимания его в системе данной науки и междисциплинарных связей. Ответ изложен литературным языком в терминах науки. Могут быть допущены недочеты в определении понятий, исправленные студентом самостоятельно в процессе ответа.	*5*	*91 - 95*
Дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, доказательно раскрыты основные положения темы; в ответе прослеживается четкая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий, теорий, явлений. Ответ изложен литературным языком в терминах науки. В ответе допущены недочеты, исправленные студентом с помощью преподавателя.	*5-*	*86 - 90*
Дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показано умение выделить существенные и несущественные признаки, причинно-следственные связи. Ответ четко структурирован, логичен, изложен литературным языком в терминах науки. Могут быть допущены недочеты или незначительные ошибки, исправленные студентом с помощью преподавателя.	*4+*	*81 - 85*
Дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показано умение выделить существенные и несущественные признаки, причинно-следственные связи. Ответ четко структурирован, логичен, изложен в терминах науки. Однако допущены незначительные ошибки или недочеты, исправленные студентом с помощью «наводящих» вопросов	*4*	*76 - 80*
Дан полный, но недостаточно последовательный ответ на поставленный вопрос, но при этом показано умение выделить существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи. Ответ логичен и изложен в терминах науки. Могут быть допущены 1-2 ошибки в определении основных понятий, которые студент затрудняется исправить самостоятельно.	*4-*	*71 - 75*
Дан недостаточно полный и недостаточно развернутый ответ. Логика и последовательность изложения имеют нарушения. Допущены ошибки в раскрытии понятий, употреблении терминов. Студент не способен самостоятельно выделить существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи. Студент может конкретизировать обобщенные знания, доказав на примерах их основные положения только с помощью преподавателя. Речевое оформление требует поправок, коррекции.	*3+*	*65 - 70*
Дан неполный ответ, логика и последовательность изложения имеют существенные нарушения. Допущены грубые ошибки при определении сущности раскрываемых понятий, теорий, явлений, вследствие непонимания студентом их существенных и несущественных признаков и связей. В ответе отсутствуют выводы. Умение раскрыть конкретные проявления обобщенных знаний не показано. Речевое оформление требует поправок, коррекции.	*3*	*60 - 64*
Дан неполный ответ. Присутствует нелогичность изложения. Студент затрудняется с доказательностью. Масса существенных ошибок в опреде-	*3-*	*51 - 59*

лениях терминов, понятий, характеристике фактов, явлений. В ответе отсутствуют выводы. Речь неграмотна. При ответе на дополнительные вопросы студент начинает осознавать существование связи между знаниями только после подсказки преподавателя.		
Дан неполный ответ, представляющий собой разрозненные знания по теме вопроса с существенными ошибками в определениях. Присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения. Студент не осознает связь данного понятия, теории, явления с другими объектами дисциплины. Отсутствуют выводы, конкретизация и доказательность изложения. Речь неграмотная. Дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа студента не только на поставленный вопрос, но и на другие вопросы дисциплины.	*2+*	*31 - 50*

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

На первом занятии студенты (в лице старосты группы) получают от преподавателя методические рекомендации по изучению курса, которые включают темы и содержания занятий, вопросы к двум запланированным коллоквиумам и список необходимой литературы. Методические указания рекомендуется приносить на каждое занятие, чтобы «отслеживать» рассмотрение вопросов предусмотренных для ответов на коллоквиумах. Кроме того необходимая литература выдается в электронном виде, в формате .djvu и .pdf. Студенты перед каждой лекцией изучают материалы, полученные от преподавателя на предыдущей лекции. Для повышения рейтинга для студентов разработана система дополнительных занятий, включающих в себя исследовательские, технические и практические задания. Получить их можно в течение первых двух недель индивидуально.

С использованием изученных методов решения задач разбирают домашние задачи и представляют их на занятиях. Для выставления промежуточного и итогового рейтингов разработана система домашних и аудиторных контрольных работ.

Учебные материалы для подготовки к лекционным и практическим занятиям размещены на сайте http://moodle.asu.edu.ru/, логином и паролем для доступа является номер зачетной книжки.

Формы контроля: коллоквиумы, тематические тесты, тематические срезы, контрольные работы, отчеты по лабораторным работам.

На первом занятии студенты (в лице старосты группы) получают от преподавателя методические рекомендации по изучению курса, которые включают темы и содержания занятий, вопросы к двум запланированным коллоквиумам и список необходимой литературы.

а) Основная литература:

1. Савельев И.В. Курс общей физики. Т.3. СПб.: Лань, 2009.
2. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Т. V. Атомная и ядерная физика. М.: Физматлит, 2006.
3. Сахаров Д.И. Сборник задач по физике. СПб.: Лань, 2008.

4. Иродов И.Е. Задачи по общей физике. СПб.: Лань, 2009.

б) Дополнительная литература:

5. Мухин К.Н. Экспериментальная ядерная физика. М.: Атомиздат, 1983.
6. Наумов А.И. Физика атомного ядра и элементарных частиц. М: Просвещение, 1984.
7. Широков Ю.М., Юдин Н.П. Ядерная физика.– М.: Наука, 1972.
8. Гинзбург В.Л., Левин Л.М., Рабинович М.С., Сивухин Д.В.Общий курс физики. Сборник задач. В 5 книгах. Книга 5. Атомная физика. Физика ядра и элементарных частиц. М.: Физматлит, 2006.
9. Белонучкин В.Е. [и др.] Курс общей физики. М.: Физматлит, 2001.
10. Белонучкин В.Е. [и др.] Задачи по общей физике. М.: Физматлит, 2001.
11. Иродов И.Е. Сборник задач по атомной и ядерной физике. М.:Энергоатомиздат,1984.
12. Калашников И.П., Кожевников Н.М. Физика. Интернет-тестирование базовых знаний. СПб.: Лань, 2009.
13. Валантэн Л. Субатомная физика: ядра и частицы, т.1-2.– М.: Мир, 1986.
14. Дубовой Э.И. Таинственный мир элементарных частиц.– М.: Атомиздат, 1979.
15. Климов А.Н. Ядерная физика и ядерные реакторы.– М.: Атомиздат, 1971.
16. Намбу Ё. Кварки.– М.: Мир, 1984.
17. Окунь Л.Б. Физика элементарных частиц.– М.: Наука, 1984.
18. Окунь Л.Б. α β γ... Z (Элементарное введение в физику элементарных частиц).– М: Наука, 1985.– 112 с.- (Библиотечка "Квант". Вып. 45.)
19. Пустовалов Г.Е. Атомная и ядерная физика. М.: изд-во МГУ, 1968.
20. Ферми Э. Лекции по атомной физике. М.: Физматлит, 2001.
21. Claus Grupen. Grundkurs Strahlenschutz. Praxiswissen für den Umgang mit radioaktiven Stoffen. Springer, 2003.
22. Claus Grupen. Astroteilchenphysik. Das Universum im Licht der kosmischen Stralung. Vieweg. 2000.
23. Извозчиков В.А., Слуцкий А.М. Решение задач по физике на компьютере. М.: Просвещение, 1999.
24. Ращиков В.И., Рошаль А.С. Численные методы решения физических задач. СПб.: Лань, 2005.
25. Физика микромира. Маленькая энциклопедия. [Гл. ред. Д.В. Ширков]. М.: Советская энциклопедия, 1980.

в) Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимый для освоения дисциплины (модуля)

1. Электронный каталог Научной библиотеки АГУ на базе MARK SQL НПО «Информсистем».

https://library.asu.edu.ru

2. Электронная библиотека «Астраханский государственный университет» собственной генерации на электронной платформе ООО «БИБЛИОТЕХ».

https://biblio.asu.edu.ru

Учетная запись образовательного портала АГУ
(Регистрация в 905 аудитории. Пристрой)
Доступ с компьютеров сети АГУ

3. Электронная библиотечная система (ЭБС) ООО «Политехресурс» «Консультант

студента». Многопрофильный образовательный ресурс "Консультант студента" является электронной библиотечной системой, предоставляющей доступ через сеть Интернет к учебной литературе и дополнительным материалам, приобретенным на основании прямых договоров с правообладателями. Каталог в настоящее время содержит около 15000 наименований.

www.studentlibrary.ru

Регистрация с компьютеров АГУ

4. Электронная библиотечная система (ЭБС) ООО «Центр цифровой дистрибуции» «КНИГАФОНД». Электронно-библиотечная система разработана в целях легального хранения, распространения и защиты цифрового контента учебно-методической литературы для вузов с условием обязательного соблюдения авторских и смежных прав. Обеспечивает широкий законный доступ к необходимым для образовательного процесса изданиям с использованием инновационных технологий и соответствует всем требованиям новых ФГОС ВПО

www.knigafund.ru/

Регистрация с компьютеров АГУ

5. Электронная библиотечная система (ЭБС) издательства «Лань». Ресурс, включающий в себя как электронные версии книг издательства «Лань» так и электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. Соглашение 15/2017 о сотрудничестве от 01.02.2017 г. (действует – с 01.02.2017г. – по 31.08.2017 г.).

www.e.lanbook.com.

Регистрация с компьютеров АГУ

6. Научная электронная библиотека eLIBRARY.ru ООО «РУНЭБ» - крупнейший российский информационный портал. На платформе eLIBRARY.RU доступны электронные версии журналов. Доступ организован к 66 наименованиям журналов.

http://elibrary.ru

Регистрация с компьютеров АГУ

7. Универсальная справочно-информационная полнотекстовая база данных периодических изданий ООО «ИВИС».

http://dlib.eastview.com/

Имя пользователя: AstrGU

Пароль: AstrGU

8. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU Информационно - аналитическая система SCIENCE INDEX [организация]. Позволяет проводить анализ публикационного потока и цитируемости публикаций как на уровне всей организации в целом, так и на уровне ее отдельных подразделений (лабораторий, факультетов и т.д.) или сотрудников.

http://elibrary.ru

Регистрация с компьютеров АГУ

http://mars.arbicon.ru

9. ZNANIUM.COM http://znanium.com/. Одновременный и неограниченный доступ ко всем книгам, входящим в пакеты, в любое время, из любого места посредством сети Интернет

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы

1. http://moodle.aspu.ru/
2. Ядерная физика в Интернете http://nuclphys.sinp.msu.ru/
3. электронная библиотека издательства Лань: http://e.lanbook.com/
4. Университетская библиотека ONLINE: http://www.biblioclub.ru/
5. Сайт издательского дома ЮРАЙТ: http://www.biblio-online.ru/
6. электронная библиотека http://www.ph4s.ru/kurs_ob_ph.html

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Подготовлены мультимедийные презентации по каждой теме для лекционных занятий. В презентациях демонстрируются видеозаписи физических экспериментов, модели опытов, видеозадачи и компьютерные анимации для более глубокого осмысления теоретического материала курса.

При необходимости рабочая программа дисциплины (модуля) может быть адаптирована для обеспечения образовательного процесса инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, в том числе для дистанционного обучения. Для этого требуется заявление студента (его законного представителя) и заключение психолого-медико-педагогической комиссии (ПМПК).

Приложение 2.2 к приказу
№ _____ от _____

Макет листа изменений в РПД (реализация началась до 2017 года)

СОГЛАСОВАНО
Руководитель ОПОП
_____ И.О. Фамилия
_____
«___» _____ 201_ г.

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой _____
(наименование)
_____ И.О. Фамилия
«____» _____ 201_ г.

ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ
в рабочей программе (модуле) дисциплины_____
(название дисциплины)
по направлению подготовки _____

на 20__/20__ учебный год

1. Включен раздел 9 «Информационные технологии»:
1.1. ……..;
1.2. ……...;
…
1.9. …… .

2. Включен раздел 10 «Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся»:
2.1. ……..;
2.2. ……...;
…
2.9. …… .

3. В _____ вносятся следующие изменения:
(элемент рабочей программы)
3.1. ……..;
3.2. ……...;
…
3.9. …… .

Составитель _____ /_____/
подпись *ФИО, ученая степень, звание, должность*