

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра электрофизических установок и ускорителей

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН ФТФ
к.ф-м.н. Корель И. И.
“ ____ ” _____ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Ядерная физика

Образовательная программа: 03.04.02 Физика, магистерская программа: Экспериментальная физика

Курс: 1, семестр : 2

Физико-технический факультет,

		Семестр
№	Вид деятельности	2
1	Всего зачетных единиц (кредитов)	3
2	Всего часов	108
3	Всего занятий в контактной форме, час.	46
4	Лекции, час.	18
5	Практические занятия, час.	18
6	Лабораторные занятия, час.	0
7	из них в активной и интерактивной форме, час.	18
8	Аттестация, час.	2
9	Консультации, час.	8
10	Самостоятельная работа, час.	62
11	Виды самостоятельной работы (курсовой проект, курсовая работа, РГЗ, подготовка к контрольной работе)	КР
12	Вид аттестации	Э

Рабочая программа составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению (специальности): 03.04.02 Физика

ФГОС введен в действие приказом №913 от 28.08.2015 г. , дата утверждения: 23.09.2015 г.

Место дисциплины в структуре учебного плана: Блок 1, вариативная

Рабочая программа разработана на основе компетентностной модели выпускника по направлению (специальности): 03.04.02 Физика

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

ЭФУиУ, протокол заседания кафедры №4 от 20.06.2017

Утверждена на совете физико-технического факультета, протокол № 3 от 21.06.2017

Программу разработал:

доцент, к.ф-м.н. Григорьев Д. Н.

Заведующий кафедрой:

с.н.с., д.ф-м.н. Бурдаков А. В.

Ответственный за образовательную программу:

заведующий кафедрой Бурдаков А. В.

1. Внешние требования

Таблица 1.1

Компетенция ФГОС: ОПК.3 способность к активной социальной мобильности, организации научно-исследовательских и инновационных работ; в части следующих результатов обучения:
31. знать основы методологии научного познания при изучении различных уровней организации материи, пространства и времени
Компетенция ФГОС: ОПК.6 способность использовать знания современных проблем и новейших достижений физики в научно-исследовательской работе; в части следующих результатов обучения:
33. понимать современные проблемы физики и использовать фундаментальные физические представления в сфере профессиональной деятельности
у4. иметь навыки практического использования методов физики для решения практических задач
Компетенция ФГОС: ПК.1 способность самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики и решать их с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего российского и зарубежного опыта; в части следующих результатов обучения:
34. знать фундаментальные основы избранной области физических исследований

2. Требования НГТУ к результатам освоения дисциплины

Таблица 2.1

Результаты изучения дисциплины по уровням освоения (иметь представление, знать, уметь, владеть)	Формы организации занятий
Ядерная физика	
ПК.1.34 знать фундаментальные основы избранной области физических исследований	
1. фундаментальные основы ядерной физики	Лекции; Самостоятельная работа
ОПК.3.31 знать основы методологии научного познания при изучении различных уровней организации материи, пространства и времени	
2. Об основных теоретических моделях строения атомного ядра.	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
3. Теории альфа и бета распадов	Лекции; Самостоятельная работа
4. Построенной на основе капельной модели и экспериментальных данных элементарной теории деления атомного ядра.	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
5. Основные характеристики атомных ядер и методы их экспериментального измерения.	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
6. Области применимости основных теоретических моделей строения атомного ядра.	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
7. Основные закономерности радиоактивных превращений атомных ядер.	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
8. Четыре радиоактивных семейства.	Лекции; Самостоятельная работа
9. Свойства и механизм альфа-распада.	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
10. Три типа бета-распада, энергетические условия и критерии отбора.	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
11. Иерархию гамма-переходов, условия возникновения внутренней конверсии, ядерной изомерии и эффекта Мессбауэра.	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
12. Основные свойства деления атомных ядер.	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
ОПК.6.33 понимать современные проблемы физики и использовать фундаментальные физические представления в сфере профессиональной деятельности	
13. Оценивать основные параметры атомных ядер по атомному номеру и заряду.	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа

14.Находить квантовые числа атомного ядра по структуре оболочек.	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
15.Классифицировать возможные для данного атомного ядра радиоактивные превращения.	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
16.Определять возможность деления различных атомных ядер.	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
ОПК.6.у4 иметь навыки практического использования методов физики для решения практических задач	
17.Сравнения измеренных различными экспериментальными методами параметров атомных ядер.	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
18.Оценки относительных вероятностей радиоактивных превращений атомных ядер.	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа

3. Содержание и структура учебной дисциплины

Таблица 3.1

Темы лекций	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения
Семестр: 2			
Дидактическая единица: Основные характеристики ядер и методы их измерения			
1. Массовое число A и электрический заряд Z атомного ядра. Масса ядра и нуклонов. Методы измерения масс ядер: масс-спектрометрия, энергетический анализ ядерных реакций, баланс альфа и бета распадов. Масса нейтрона.	0	1	1, 13, 17, 5
2. Энергия связи ядра относительно всех нуклонов. Удельная энергия связи нуклона в ядре. Энергетическая поверхность. Бетастабильные ядра и свойства ядерных сил. Энергия отделения нуклона. Нуклоностабильные ядра.	0	1	1, 13, 17, 5
3. Размер ядра. Изучение рассеяния быстрых нейтронов на ядрах. Измерение рассеяния быстрых электронов на ядрах. Исследование рентгеновского излучения мезоатомов. Сравнение результатов. Форма ядра. Электрический квадрупольный момент ядра.	0	1	1, 13, 17, 5
4. Спин и магнитный момент нуклонов и ядер. Сверхтонкая структура спектральных линий. Определение спина и магнитного момента ядра с помощью внешних полей. Метод магнитного резонанса Раби. Магнитный момент нейтрона. Опыт Альвареца и Блоха. Двухпетлевой метод Рамзея. Результаты измерения спинов и магнитных моментов. Однонуклонная модель Шмидта.	0	1	1, 13, 17, 2, 5
5. Пространственная четность (P -четность). Закон сохранения P -четности. Электрический дипольный момент ядра и нейтрона. Изотопический спин.	0	1	1, 17, 2, 5
Дидактическая единица: Модели атомных ядер			

6. Капельная модель ядра. Полуэмпирическая формула Вейцзеккера для энергии связи и массы ядра. Область применимости и недостатки. Модель независимых частиц (ядерный Ферми-газ).	0	1	1, 2, 4, 6
7. Модель ядерных оболочек. Магические числа. Схема построения оболочек. Область применимости и недостатки.	0	1	1, 14, 2, 6
8. Обобщенная модель ядра. Одночастичные состояния в несферической потенциальной яме. Вращательные состояния. Колебательные уровни. Колебания ядра в целом.	0	1	1, 14, 2, 6
Дидактическая единица: Радиоактивные превращения ядер			
9. Основные закономерности радиоактивных превращения ядер. Период полураспада. Вековое уравнение. Методы измерения периодов полураспада. Четыре радиоактивных семейства. Ториевая вилка. Энергетические циклы.	0	1	1, 15, 17, 18, 7, 8
10. Альфа-распад. Основные экспериментальные данные. Энергетические условия. Механизм альфа-распада. Туннельный переход. Коэффициент прозрачности барьера. Центробежный барьер. Элементы теории альфа-распада. Запрещенные по четности альфа-переходы.	0	2	1, 10, 12, 15, 17, 18, 2, 3, 5, 7, 8
11. Бета-распад. Три вида бета-распада. Энергетические условия. Характер бета-спектра и гипотеза нейтрино. Элементы теории бета-распада (теория Ферми). Пять типов взаимодействия. Разрешенные и запрещенные бета-переходы. Правила отбора Ферми и Гамова-Тейлора. Несохранение Р-четности и нарушение С-инвариантности в бета-распаде. Опыт Ву. СРТ теорема. Сохранение Т-инвариантности в бета-распаде. Бета-распад нейтрона. Время жизни. Спектр электронов. Угловые корреляции.	0	2	1, 10, 12, 15, 17, 18, 2, 3, 5, 7, 8
12. Гамма-излучение ядер. Вероятность перехода и правила отбора. Внутренняя конверсия. Ядерная изомерия. Эффект Мессбауэра. Два опыта Мессбауэра. Физическая природа явления. Подбор изотопов хорошими параметрами. Применение эффекта Мессбауэра	0	1	1, 11, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 2, 5, 7
Дидактическая единица: Деление атомных ядер			

13. Открытие деления ядер. Исследование основных свойств деления ядер. Измерение кинетической энергии осколков деления. Регистрация бета-радиоактивности осколков деления. Обнаружение нейтронов деления.	0	1	1, 10, 12, 17, 5, 9
14. Элементарная теория деления. Энергия деления и ее распределение. Механизм деления.	0	1	1, 12, 15, 16, 17, 2, 4, 5
15. Свойства осколков деления. Механизм образования, время испускания и спектр нейтронов деления. Мгновенное гамма-излучение при делении. Открытие спонтанного деления. Асимметрия деления при облучении нейтронами.	0	1	1, 10, 11, 12, 16, 17, 2, 4, 5
16. Использование энергии деления. Среднее количество вторичных нейтронов. Запаздывающие нейтроны. Сечение деления и практическое осуществление цепного ядерного процесса.	0	1	1, 12, 13, 16, 17, 2, 4, 5

Таблица 3.2

Темы практических занятий	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 2				
Дидактическая единица: Основные характеристики ядер и методы их измерения				
1. Массовое число A и электрический заряд Z атомного ядра. Масса ядра и нуклонов. Методы измерения масс ядер: масс-спектрометрия, энергетический анализ ядерных реакций, баланс альфа и бета распадов. Масса нейтрона.	1	1	13, 17, 5	
2. Энергия связи ядра относительно всех нуклонов. Удельная энергия связи нуклона в ядре. Энергетическая поверхность. Бета-стабильные ядра и свойства ядерных сил. Энергия отделения нуклона. Нуклоностабильные ядра.	1	1	13, 17, 5	

3. Размер ядра. Изучение рассеяния быстрых нейтронов на ядрах. Измерение рассеяния быстрых электронов на ядрах. Исследование рентгеновского излучения мезоатомов. Сравнение результатов. Форма ядра. Электрический квадрупольный момент ядра.	1	1	13, 17, 5	
4. Спин и магнитный момент нуклонов и ядер. Сверхтонкая структура спектральных линий. Определение спина и магнитного момента ядра с помощью внешних полей. Метод магнитного резонанса Раби. Магнитный момент нейтрона. Опыт Альвареца и Блоха. Двухпетлевой метод Рамзея. Результаты измерения спинов и магнитных моментов. Однонуклонная модель Шмидта.	1	1	13, 17, 2, 5	
5. Пространственная четность (Р-четность). Закон сохранения Р-четности. Электрический дипольный момент ядра и нейтрона. Изотопический спин.	1	1	17, 2, 5	
Дидактическая единица: Модели атомных ядер				
6. Капельная модель ядра. Полуэмпирическая формула Вейцеккера для энергии связи и массы ядра. Область применимости и недостатки. Модель независимых частиц (ядерный Ферми-газ).	1	1	2, 4, 6	
7. Модель ядерных оболочек. Магические числа. Схема построения оболочек. Область применимости и недостатки.	1	1	14, 2, 6	
8. Обобщенная модель ядра. Одночастичные состояния в несферической потенциальной яме. Вращательные состояния. Колебательные уровни. Колебания ядра в целом.	1	1	14, 2, 6	
Дидактическая единица: Радиоактивные превращения ядер				

9. Основные закономерности радиоактивных превращения ядер. Период полураспада. Вековое уравнение. Методы измерения периодов полураспада. Четыре радиоактивных семейства. Ториевая вилка. Энергетические циклы.	1	1	15, 17, 18, 7	
10. Альфа-распад. Основные экспериментальные данные. Энергетические условия. Механизм альфа-распада. Туннельный переход. Коэффициент прозрачности барьера. Центробежный барьер. Элементы теории альфа-распада. Запрещенные по четности альфа-переходы.	2	2	12, 15, 17, 2	
11. Бета-распад. Три вида бета-распада. Энергетические условия. Характер бета-спектра и гипотеза нейтрино. Элементы теории бета-распада (теория Ферми). Пять типов взаимодействия. Разрешенные и запрещенные бета-переходы. Правила отбора Ферми и Гамова-Тейлора. Несохранение Р-четности и нарушение С-инвариантности в бета-распаде. Опыт Ву. СРТ теорема. Сохранение Т-инвариантности в бета-распаде. Бета-распад нейтрона. Время жизни. Спектр электронов. Угловые корреляции.	2	2	12, 15, 17, 2	
12. Гамма-излучение ядер. Вероятность перехода и правила отбора. Внутренняя конверсия. Ядерная изомерия. Эффект Мессбауэра. Два опыта Мессбауэра. Физическая природа явления. Подбор изотопов хорошими параметрами. Применение эффекта Мессбауэра	1	1	11, 12, 14, 2	
Дидактическая единица: Деление атомных ядер				

13. Открытие деления ядер. Исследование основных свойств деления ядер. Измерение кинетической энергии осколков деления. Регистрация бета-радиоактивности осколков деления. Обнаружение нейтронов деления.	1	1	10, 12, 17, 5, 9	
14. Элементарная теория деления. Энергия деления и ее распределение. Механизм деления.	1	1	12, 15, 16, 2	
15. Свойства осколков деления. Механизм образования, время испускания и спектр нейтронов деления. Мгновенное гамма-излучение при делении. Открытие спонтанного деления. Асимметрия деления при облучении нейтронами.	1	1	11, 12, 16, 2	
16. Использование энергии деления. Среднее количество вторичных нейтронов. Запаздывающие нейтроны. Сечение деления и практическое осуществление цепного ядерного процесса.	1	1	12, 13, 16, 2	

4. Самостоятельная работа обучающегося

№	Виды самостоятельной работы	Ссылки на результаты обучения	Часы на выполнение	Часы на консультации
Семестр: 2				
1	Курсовая работа	13, 14, 15, 16	40	6
: Григорьев Д. Н. Ядерная физика. Контрольные работы [Электронный ресурс] : контролирующие материалы / Д. Н. Григорьев ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2013]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000185273 . - Загл. с экрана.				
2	Подготовка к занятиям	1, 17, 18, 2, 3, 4	10	0
: Григорьев Д. Н. Ядерная физика. Контрольные работы [Электронный ресурс] : контролирующие материалы / Д. Н. Григорьев ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2013]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000185273 . - Загл. с экрана.				
3	Подготовка к аттестации	10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9	12	2
: Григорьев Д. Н. Ядерная физика. Контрольные работы [Электронный ресурс] : контролирующие материалы / Д. Н. Григорьев ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2013]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000185273 . - Загл. с экрана.				

5. Технология обучения

Для организации и контроля самостоятельной работы обучающихся, а также проведения консультаций применяются информационно-коммуникационные технологии (табл. 5.1).

Таблица 5.1

Деятельность	Информационно-коммуникационные технологии
Информирование	Портал НГТУ
Размещение учебных материалов	Портал НГТУ

6. Правила аттестации обучающихся по учебной дисциплине

Для аттестации обучающихся по дисциплине используется балльно-рейтинговая система (БРС), позволяющая выставять оценки по традиционной шкале и 15-уровневой ECTS.

Краткая информация о БРС приведена в табл. 6.1.

Таблица 6.1

Оцениваемые виды деятельности обучающихся	Максимальный балл
Семестр: 2	
<i>Курсовая работа:</i>	100
<i>Экзамен:</i>	100
Контролирующие материалы - список вопросов	

В таблице 6.2 представлено соответствие форм контроля заявляемым требованиям к результатам освоения дисциплины.

Таблица 6.2

Коды компетенций ФГОС	Результаты обучения	Формы контроля	
		Защита КП/КР	Экзамен
ОПК.3	з1. знать основы методологии научного познания при изучении различных уровней организации материи, пространства и времени	+	+
ОПК.6	з3. понимать современные проблемы физики и использовать фундаментальные физические представления в сфере профессиональной деятельности		+
	у4. иметь навыки практического использования методов физики для решения практических задач		+
ПК.1	з4. знать фундаментальные основы избранной области физических исследований		+

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в приложении № 1 к рабочей программе.

7. Литература

Основная литература

1. Мухин К. Н. Экспериментальная ядерная физика. В 2 кн.. Кн. 1. Физика атомного ядра. Ч. 1: Свойства нуклонов, ядер и радиоактивных излучений : учебник для вузов. - М., 1993. - 376 с. : ил.

2. Онучин А. П. Экспериментальные методы ядерной физики : [учебное пособие] / А. П. Онучин ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2010. - 219 с. : ил.
3. Широков Ю. М. Ядерная физика : Учебное пособие для вузов / Ю. М. Широков, Н. П. Юдин. - М., 1980. - 727 с. : ил.

Дополнительная литература

1. Перкинс Д. Введение в физику высоких энергий / Д. Перкинс ; пер. с англ. А. В. Беркова ; под ред. Б. А. Долгошеина. - М., 1991. - 427, [1] с. : ил., табл.
2. Грүпен . Детекторы элементарных частиц : [справочное издание] / Клаус Грүпен; под ред. Л. М. Курдадзе, С. И. Эйдельмана ; пер. с англ. Н. Ю. Эйдельмана, Ю. И. Эйдельмана. - Новосибирск, 1999. - 408 с. : ил.

Интернет-ресурсы

1. ЭБС НГТУ : <http://elibrary.nstu.ru/>
2. ЭБС «Издательство Лань» : <https://e.lanbook.com/>
3. ЭБС IPRbooks : <http://www.iprbookshop.ru/>
4. ЭБС "Znaniy.com" : <http://znaniy.com/>
5. :

8. Методическое и программное обеспечение

8.1 Методическое обеспечение

1. Григорьев Д. Н. Ядерная физика. Контрольные работы [Электронный ресурс] : контролирующие материалы / Д. Н. Григорьев ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2013]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000185273. - Загл. с экрана.

8.2 Специализированное программное обеспечение

- 1 Microsoft Windows
- 2 Microsoft Office

9. Материально-техническое обеспечение

Презентационное оборудование

№	Наименование	Назначение
1	Презентационное оборудование (мультимедиа-проектор, экран, компьютер для управления)	Для проведения лекционных занятий

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра электрофизических установок и ускорителей

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН ФТФ
к.ф.-м.н., доцент И.И. Корель
“ ” _____ г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Ядерная физика

Образовательная программа: 03.04.02 Физика, магистерская программа: Экспериментальная физика

1. Обобщенная структура фонда оценочных средств учебной дисциплины

Обобщенная структура фонда оценочных средств по дисциплине Ядерная физика приведена в Таблице.

Таблица

Формируемые компетенции	Показатели сформированности компетенций (знания, умения, навыки)	Темы	Этапы оценки компетенций	
			Мероприятия текущего контроля (курсовой проект, РГЗ(Р) и др.)	Промежуточная аттестация (экзамен, зачет)
ОПК.3/ОУ способность к активной социальной мобильности, организации научно-исследовательских и инновационных работ	з1. знать основы методологии научного познания при изучении различных уровней организации материи, пространства и времени	Альфа-распад. Основные экспериментальные данные. Энергетические условия. Механизм альфа-распада. Туннельный переход. Коэффициент прозрачности барьера. Центробежный барьер. Элементы теории альфа-распада. Запрещенные по четности альфа-переходы. Бета-распад. Три вида бета-распада. Энергетические условия. Характер бета-спектра и гипотеза нейтрино. Элементы теории бета-распада (теория Ферми). Пять типов взаимодействия. Разрешенные и запрещенные бета-переходы. Правила отбора Ферми и Гамова-Тейлора. Несохранение Р-четности и нарушение С-инвариантности в бета-распаде. Опыт Ву. СРТ теорема. Сохранение Т-инвариантности в бета-распаде. Бета-распад нейтрона. Время жизни. Спектр электронов. Угловые корреляции. Гамма-излучение ядер. Вероятность перехода и правила отбора. Внутренняя конверсия. Ядерная изомерия. Эффект Мессбауэра. Два опыта Мессбауэра. Физическая природа явления. Подбор изотопов хорошими параметрами. Применение эффекта Мессбауэра. Использование энергии деления. Среднее количество вторичных нейтронов. Запаздывающие нейтроны. Сечение деления и практическое осуществление цепного ядерного процесса. Капельная модель ядра. Полуэмпирическая формула Вейцеккера для энергии связи и массы ядра. Область применимости и недостатки. Модель независимых частиц (ядерный Ферми-газ).	Курсовая работа.	Экзамен, вопросы теста 1 – 10.

		Массовое число A и электрический заряд Z атомного ядра. Масса ядра и нуклонов. Методы измерения масс ядер: масс-спектрометрия, энергетический анализ ядерных реакций, баланс альфа и бета распадов. Масса нейтрона. Модель ядерных оболочек. Магические числа. Схема построения оболочек. Область применимости и недостатки. Обобщенная модель ядра. Одночастичные состояния в несферической потенциальной яме. Вращательные состояния. Колебательные уровни. Колебания ядра в целом. Основные закономерности радиоактивных превращения ядер. Период полураспада. Вековое уравнение. Методы измерения периодов полураспада. Четыре радиоактивных семейства. Ториевая вилка. Энергетические циклы. Открытие деления ядер. Исследование основных свойств деления ядер. Измерение кинетической энергии осколков деления. Регистрация бета-радиоактивности осколков деления. Обнаружение нейтронов деления. Пространственная четность (P-четность). Закон сохранения P-четности. Электрический дипольный момент ядра и нейтрона. Изотопический спин. Размер ядра. Изучение рассеяния быстрых нейтронов на ядрах. Измерение рассеяния быстрых электронов на ядрах. Исследование рентгеновского излучения мезоатомов. Сравнение результатов. Форма ядра. Электрический квадрупольный момент ядра. Свойства осколков деления. Механизм образования, время испускания и спектр нейтронов деления. Мгновенное гамма-излучение при делении. Открытие спонтанного деления. Асимметрия деления при облучении нейтронами. Спин и магнитный момент нуклонов и ядер. Сверхтонкая структура спектральных линий. Определение спина и магнитного момента ядра с помощью внешних полей.		
--	--	---	--	--

		Метод магнитного резонанса Раби. Магнитный момент нейтрона. Опыт Альвареса и Блоха. Двухпетлевой метод Рамзея. Результаты измерения спинов и магнитных моментов. Однуклонная модель Шмидта. Элементарная теория деления. Энергия деления и ее распределение. Механизм деления. Энергия связи ядра относительно всех нуклонов. Удельная энергия связи нуклона в ядре. Энергетическая поверхность. Бетастабильные ядра и свойства ядерных сил. Энергия отделения нуклона. Нуклоностабильные ядра.		
ОПК.6/НИС способность использовать знания современных проблем и новейших достижений физики в научно-исследовательской работе	з3. понимать современные проблемы физики и использовать фундаментальные физические представления в сфере профессиональной деятельности	Альфа-распад. Основные экспериментальные данные. Энергетические условия. Механизм альфа-распада. Туннельный переход. Коэффициент прозрачности барьера. Центробежный барьер. Элементы теории альфа-распада. Запрещенные по четности альфа-переходы. Бета-распад. Три вида бета-распада. Энергетические условия. Характер бета-спектра и гипотеза нейтрино. Элементы теории бета-распада (теория Ферми). Пять типов взаимодействия. Разрешенные и запрещенные бета-переходы. Правила отбора Ферми и Гамова-Тейлора. Несохранение Р-четности и нарушение С-инвариантности в бета-распаде. Опыт Ву. СРТ теорема. Сохранение Т-инвариантности в бета-распаде. Бета-распад нейтрона. Время жизни. Спектр электронов. Угловые корреляции. Гамма-излучение ядер. Вероятность перехода и правила отбора. Внутренняя конверсия. Ядерная изомерия. Эффект Мессбауэра. Два опыта Мессбауэра. Физическая природа явления. Подбор изотопов хорошими параметрами. Применение эффекта Мессбауэра. Использование энергии деления. Среднее количество вторичных нейтронов. Запаздывающие нейтроны. Сечение деления и практическое осуществление цепного ядерного процесса. Массовое число A и электрический заряд Z	Курсовая работа.	Экзамен, вопросы теста 1 – 10.

		атомного ядра. Масса ядра и нуклонов. Методы измерения масс ядер: масс-спектрометрия, энергетический анализ ядерных реакций, баланс альфа и бета распадов. Масса нейтрона. Модель ядерных оболочек. Магические числа. Схема построения оболочек. Область применимости и недостатки. Обобщенная модель ядра. Одночастичные состояния в несферической потенциальной яме. Вращательные состояния. Колебательные уровни. Колебания ядра в целом. Основные закономерности радиоактивных превращения ядер. Период полураспада. Вековое уравнение. Методы измерения периодов полураспада. Четыре радиоактивных семейства. Ториевая вилка. Энергетические циклы. Размер ядра. Изучение рассеяния быстрых нейтронов на ядрах. Измерение рассеяния быстрых электронов на ядрах. Исследование рентгеновского излучения мезоатомов. Сравнение результатов. Форма ядра. Электрический квадрупольный момент ядра. Свойства осколков деления. Механизм образования, время испускания и спектр нейтронов деления. Мгновенное гамма-излучение при делении. Открытие спонтанного деления. Асимметрия деления при облучении нейтронами. Спин и магнитный момент нуклонов и ядер. Сверхтонкая структура спектральных линий. Определение спина и магнитного момента ядра с помощью внешних полей. Метод магнитного резонанса Раби. Магнитный момент нейтрона. Опыт Альвареса и Блоха. Двухпетлевой метод Рамзея. Результаты измерения спинов и магнитных моментов. Однонуклонная модель Шмидта. Элементарная теория деления. Энергия деления и ее распределение. Механизм деления. Энергия связи ядра относительно всех нуклонов. Удельная энергия связи нуклона в ядре. Энергетическая поверхность.		
--	--	--	--	--

		Бетастабильные ядра и свойства ядерных сил. Энергия отделения нуклона. Нуклоностабильные ядра.		
ОПК.6/НИС	у4. иметь навыки практического использования методов физики для решения практических задач	Альфа-распад. Основные экспериментальные данные. Энергетические условия. Механизм альфа-распада. Туннельный переход. Коэффициент прозрачности барьера. Центробежный барьер. Элементы теории альфа-распада. Запрещенные по четности альфа-переходы. Бета-распад. Три вида бета-распада. Энергетические условия. Характер бета-спектра и гипотеза нейтрино. Элементы теории бета-распада (теория Ферми). Пять типов взаимодействия. Разрешенные и запрещенные бета-переходы. Правила отбора Ферми и Гамова-Тейлора. Несохранение Р-четности и нарушение С-инвариантности в бета-распаде. Опыт Ву. СРТ теорема. Сохранение Т-инвариантности в бета-распаде. Бета-распад нейтрона. Время жизни. Спектр электронов. Угловые корреляции. Гамма-излучение ядер. Вероятность перехода и правила отбора. Внутренняя конверсия. Ядерная изомерия. Эффект Мессбауэра. Два опыта Мессбауэра. Физическая природа явления. Подбор изотопов хорошими параметрами. Применение эффекта Мессбауэра Массовое число A и электрический заряд Z атомного ядра. Масса ядра и нуклонов. Методы измерения масс ядер: масс-спектрометрия, энергетический анализ ядерных реакций, баланс альфа и бета распадов. Масса нейтрона. Основные закономерности радиоактивных превращения ядер. Период полураспада. Вековое уравнение. Методы измерения периодов полураспада. Четыре радиоактивных семейства. Ториевая вилка. Энергетические циклы. Открытие деления ядер. Исследование основных свойств деления ядер. Измерение кинетической энергии осколков деления.		Экзамен, вопросы теста 1 – 10.

		Регистрация бета-радиоактивности осколков деления. Обнаружение нейтронов деления. Пространственная четность (Р-четность). Закон сохранения Р-четности. Электрический дипольный момент ядра и нейтрона. Изотопический спин. Размер ядра. Изучение рассеяния быстрых нейтронов на ядрах. Измерение рассеяния быстрых электронов на ядрах. Исследование рентгеновского излучения мезоатомов. Сравнение результатов. Форма ядра. Электрический квадрупольный момент ядра. Спин и магнитный момент нуклонов и ядер. Сверхтонкая структура спектральных линий. Определение спина и магнитного момента ядра с помощью внешних полей. Метод магнитного резонанса Раби. Магнитный момент нейтрона. Опыт Альвареса и Блоха. Двухпетлевой метод Рамзея. Результаты измерения спинов и магнитных моментов. Однуклонная модель Шмидта. Энергия связи ядра относительно всех нуклонов. Удельная энергия связи нуклона в ядре. Энергетическая поверхность. Бетастабильные ядра и свойства ядерных сил. Энергия отделения нуклона. Нуклоностабильные ядра.		
ПК.1/НИС способность самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики и решать их с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта	34. знать фундаментальные основы избранной области физических исследований	Альфа-распад. Основные экспериментальные данные. Энергетические условия. Механизм альфа-распада. Туннельный переход. Коэффициент прозрачности барьера. Центробежный барьер. Элементы теории альфа-распада. Запрещенные по четности альфа-переходы. Бета-распад. Три вида бета-распада. Энергетические условия. Характер бета-спектра и гипотеза нейтрино. Элементы теории бета-распада (теория Ферми). Пять типов взаимодействия. Разрешенные и запрещенные бета-переходы. Правила отбора Ферми и Гамова-Тейлора. Несохранение Р-четности и нарушение С-инвариантности в бета-распаде. Опыт Ву. СРТ теорема. Сохранение Т-инвариантности в бета-распаде. Бета-распад		Экзамен, вопросы теста 1 – 10.

		нейтрона. Время жизни. Спектр электронов. Угловые корреляции. Гамма-излучение ядер. Вероятность перехода и правила отбора. Внутренняя конверсия. Ядерная изомерия. Эффект Мессбауэра. Два опыта Мессбауэра. Физическая природа явления. Подбор изотопов хорошими параметрами. Применение эффекта Мессбауэра. Использование энергии деления. Среднее количество вторичных нейтронов. Запаздывающие нейтроны. Сечение деления и практическое осуществление цепного ядерного процесса. Капельная модель ядра. Полуэмпирическая формула Вейцеккера для энергии связи и массы ядра. Область применимости и недостатки. Модель независимых частиц (ядерный Ферми-газ). Массовое число A и электрический заряд Z атомного ядра. Масса ядра и нуклонов. Методы измерения масс ядер: масс-спектрометрия, энергетический анализ ядерных реакций, баланс альфа и бета распадов. Масса нейтрона. Модель ядерных оболочек. Магические числа. Схема построения оболочек. Область применимости и недостатки. Обобщенная модель ядра. Одночастичные состояния в несферической потенциальной яме. Вращательные состояния. Колебательные уровни. Колебания ядра в целом. Основные закономерности радиоактивных превращения ядер. Период полураспада. Вековое уравнение. Методы измерения периодов полураспада. Четыре радиоактивных семейства. Ториевая вилка. Энергетические циклы. Открытие деления ядер. Исследование основных свойств деления ядер. Измерение кинетической энергии осколков деления. Регистрация бета-радиоактивности осколков деления. Обнаружение нейтронов деления. Пространственная четность (Р-четность). Закон сохранения Р-четности. Электрический дипольный		
--	--	--	--	--

		момент ядра и нейтрона. Изотопический спин. Размер ядра. Изучение рассеяния быстрых нейтронов на ядрах. Измерение рассеяния быстрых электронов на ядрах. Исследование рентгеновского излучения мезоатомов. Сравнение результатов. Форма ядра. Электрический квадрупольный момент ядра. Свойства осколков деления. Механизм образования, время испускания и спектр нейтронов деления. Мгновенное гамма-излучение при делении. Открытие спонтанного деления. Асимметрия деления при облучении нейтронами. Спин и магнитный момент нуклонов и ядер. Сверхтонкая структура спектральных линий. Определение спина и магнитного момента ядра с помощью внешних полей. Метод магнитного резонанса Раби. Магнитный момент нейтрона. Опыт Альвареса и Блоха. Двухпетлевой метод Рамзея. Результаты измерения спинов и магнитных моментов. Однуклонная модель Шмидта. Элементарная теория деления. Энергия деления и ее распределение. Механизм деления. Энергия связи ядра относительно всех нуклонов. Удельная энергия связи нуклона в ядре. Энергетическая поверхность. Бетастабильные ядра и свойства ядерных сил. Энергия отделения нуклона. Нуклоностабильные ядра.		
--	--	--	--	--

2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках дисциплины.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в 2 семестре - в форме экзамена, который направлен на оценку сформированности компетенций ОПК.3/ОУ, ОПК.6/НИС, ПК.1/НИС.

Экзамен проводится в письменной форме, по тестам.

Кроме того, сформированность компетенций проверяется при проведении мероприятий текущего контроля, указанных в таблице раздела 1.

В 2 семестре обязательным этапом текущей аттестации является курсовая работа. Требования к выполнению курсовой работы, состав и правила оценки сформулированы в паспорте курсовой работы.

Общие правила выставления оценки по дисциплине определяются балльно-рейтинговой системой, приведенной в рабочей программе учебной дисциплины.

На основании приведенных далее критериев можно сделать общий вывод о сформированности компетенций ОПК.3/ОУ, ОПК.6/НИС, ПК.1/НИС, за которые отвечает дисциплина, на разных уровнях.

Общая характеристика уровней освоения компетенций.

Ниже порогового. Уровень выполнения работ не отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, пробелы могут носить существенный характер, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы не достаточно, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнены или выполнены с существенными ошибками.

Пороговый. Уровень выполнения работ отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.

Базовый. Уровень выполнения работ отвечает всем основным требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки.

Продвинутый. Уровень выполнения работ отвечает всем требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному.

Паспорт экзамена

по дисциплине «Ядерная физика», 2 семестр

1. Методика оценки

Экзамен проводится в письменной форме, по тестам. Тест включает в себя 10 вопросов с частичным выбором вариантов ответа. В ходе экзамена преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы из общего перечня (п. 4).

Форма экзаменационного теста

Что больше, масса ядра или сумма масс составляющих его нуклонов?
Какой метод измерения массы ядра самый точный?
Какая средняя удельная энергия связи ядра?
Какое ядро имеет наибольшую удельную энергию связи и чему она равна?
Почему размеры ядра, измеренные по рассеянию электронов и нейтронов, не совпадают?
Какой электрический момент имеет большинство ядер?
Важнейший результат измерения спина ^{14}N
Совпадают или нет направления полного момента движения ядра и его магнитный момент
Напишите магнитные моменты протона и нейтрона.
Какое основное применение модели Ферми-газа

2. Критерии оценки

- Ответ на экзаменационный билет считается **неудовлетворительным**, если студент при ответе на вопросы не дает определений основных понятий, не способен показать причинно-следственные связи явлений, допускает принципиальные ошибки при численных оценках, оценка составляет *менее 49 баллов*.
- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **пороговом** уровне, если студент при ответе на вопросы дает определение основных понятий, может показать причинно-следственные связи явлений, при численных оценках допускает не принципиальные ошибки, оценка составляет *от 50 до 72 баллов*.
- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **базовом** уровне, если студент при ответе на вопросы формулирует основные понятия, законы, дает характеристику процессов, явлений, проводит анализ причин, условий, может представить качественные характеристики процессов, не допускает ошибок при численных оценках, оценка составляет *от 73 до 86 баллов*.
- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **продвинутом** уровне, если студент при ответе на вопросы проводит сравнительный анализ подходов, проводит комплексный анализ, выявляет проблемы, предлагает механизмы решения, способен представить

количественные характеристики определенных процессов, приводит конкретные примеры из практики, не допускает ошибок и способен обосновать выбор метода проведения численной оценки физических параметров, оценка составляет *от 87 до 100 баллов*.

3. Шкала оценки

Экзамен считается сданным, если студент получает не менее 50 баллов (из 100 возможных). В общей оценке по дисциплине баллы за экзамен учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

Допуск к зачету возможен только при условии посещения лекционных занятий (не менее 75%), успешной контрольных заданий (не менее 50% правильных ответов), а также успешном выполнении курсового проекта (не менее 50 баллов).

В общей оценке по дисциплине экзаменационные баллы учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

4. Вопросы к экзамену по дисциплине «Ядерная физика»

Что больше, масса ядра или сумма масс составляющих его нуклонов?
Какой метод измерения массы ядра самый точный?
Какая средняя удельная энергия связи ядра?
Какое ядро имеет наибольшую удельную энергию связи и чему она равна?
Почему размеры ядра, измеренные по рассеянию электронов и нейтронов, не совпадают?
Какой электрический момент имеет большинство ядер?
Важнейший результат измерения спина ^{14}N
Совпадают или нет направления полного момента движения ядра и его магнитный момент
Напишите магнитные моменты протона и нейтрона.
Какое основное применение модели Ферми-газа

Напишите известные Вам магические числа
Почему после серии альфа распадов следует бета распад?
Почему альфа распад не происходит за ядерное время порядка 10^{-23} с?
Энергия испускаемой изотопом А альфа частицы в 2 раза больше, чем испускаемой изотопом Б. Напишите порядок отношения периодов полураспада.
Напишите известные Вам виды бета-распада.
Какой тип взаимодействия у бета-распада?
Что значит «запрещенный бета-распад»? (обведите)
Гамма излучение чаще сопровождает альфа или бета распад?
Во сколько раз переход $E1$ более вероятен, чем $E3$?
Ядерная изомерия возникает чаще у ядер с $N=51$ или 49?

Паспорт курсовой работы

по дисциплине «Ядерная физика», 2 семестр

1. Методика оценки.

В рамках курсовой работы по дисциплине студенты должны написать реферат по предложенным на выбор темам или выбрать связанные с содержанием дисциплины темы по согласованию с преподавателем. При выполнении курсовой работы студенты должны провести анализ литературных источников по выбранной тематике, написать и оформить реферат, подготовить презентацию и выступить с ней на занятии.

Обязательные структурные части реферата:

- Введение (*во введении приводится обоснование актуальности темы, цели и задачи*)
- Основная часть (*в основной части приводится краткая история рассматриваемой проблемы, современное состояние дел, делается обзор из разных литературных источников*)
- Заключение (*в заключении приводятся основные выводы*)
- Список литературных источников

Оцениваемые позиции:

- полнота освещения исследуемой проблемы
- выступление с презентацией

2. Критерии оценки.

- Работа считается **не выполненной**, если реферат не подготовлен или отсутствуют необходимые структурные части, отсутствует презентация работы, *оценка составляет от 0 до 49 баллов.*
- Работа считается выполненной **на пороговом** уровне, если разделы реферата не осязаны в полном объеме, нарушена композиционная связь, при обзоре литературы использовано недостаточное количество источников, нарушена логическая связь текста реферата и презентации, *оценка составляет от 50 до 72 баллов.*
- Работа считается выполненной **на базовом** уровне, если разделы реферата осязаны в полном объеме, но с небольшими неточностями, которые носят не существенный характер, *оценка составляет от 73 до 86 баллов.*
- Работа считается выполненной **на продвинутом** уровне, если разделы реферата осязаны в полном объеме, к оформлению презентации и стилю изложений не было высказано замечаний, *оценка составляет от 87 до 100 баллов.*

3. Шкала оценки.

В общей оценке по дисциплине баллы за работы учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

Выполнение курсовой работы на оценку не ниже 50 баллов (из 100 возможных) является обязательным условием допуска к экзамену по дисциплине.

4. Примерный перечень тем курсового проекта (работы).

- 1) Подкритичный реактор для дожигания радиоактивных отходов
- 2) Ториевая энергетика
- 3) Синтез тяжелых ядер в быстром процессе (r-process)
- 4) Ускорительная масс-спектрометрия
- 5) Изучение свойств антиводорода на «antiproton decelerator», CERN.
- 6) Динамика взрыва сверхновой на примере наиболее исследованной в 1987 году