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.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ПРОСТОЙ НЕКВАЛИФИЦИРОВАННОЙ ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
31.08.2026
Владелец: к.ф-м.н. Корель И. И.
Срок действия: не ограничен
Адрес хранения электронного документа:
https://www.nstu.ru/university/info/sveden/education

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА 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.	42
4	Лекции, час.	16
5	Практические занятия, час.	16
6	Лабораторные занятия, час.	0
7	из них в активной и интерактивной форме, час.	18
8	из них практической подготовки, час.	26
9	Аттестация, час.	2
10	Консультации, час.	8
11	Самостоятельная работа, час.	66
12	Виды самостоятельной работы (курсовой проект, курсовая работа, РГЗ(Р)/реферат, подготовка к контрольной работе)	КР
13	Вид аттестации	Э

Новосибирск 2026

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

ФГОС введен в действие приказом №914 от 07.08.2020 г. , дата утверждения: 19.08.2020 г.

Место дисциплины в структуре учебного плана: Блок 1, формируемая участниками образовательных отношений

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

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

ЭФУиУ, 31.08.2026

Утверждена на совете физико-технического факультета, протокол № 6 от 31.08.2026

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

Группа	Компетенции
	Индикаторы достижения компетенций
Профессиональные компетенции	ПК-3.В/НА Способен осуществлять профессиональную деятельность с учетом региональных особенностей и потребностей работодателей.
	ПК-3.В/НА. 2 Умеет решать профессиональные задачи на предприятиях и в организациях профильной отрасли своего региона.
Универсальные компетенции	УК-3 Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели
	УК-3. 1 Знает основы руководства командой и выстраивания командной стратегии

2. Требования НГТУ к планируемым результатам обучения, соотнесенным с индикаторами достижения компетенций

Таблица 2.1

Индикаторы достижения компетенций Результаты обучения	Формы организации занятий
ПК-3.В/НА. 2 Умеет решать профессиональные задачи на предприятиях и в организациях профильной отрасли своего региона.	
уметь сравнивать измеренные различными экспериментальными методами параметры атомных ядер, применять в ходе организации эксперимента основные закономерности радиоактивных превращений атомных ядер, классифицировать возможные для данного атомного ядра радиоактивные превращения.	Практические занятия; Самостоятельная работа
УК-3. 1 Знает основы руководства командой и выстраивания командной стратегии	
знать фундаментальные основы ядерной физики, основные характеристики атомных ядер и методы их экспериментального измерения, области применимости основных теоретических моделей строения атомного ядра.	Лекции; Самостоятельная работа

3. Содержание и структура дисциплины

Таблица 3.1

Темы лекций	Часы	Из них в форме практ. подг., час.	Активные формы, час.	Индикаторы достижения компетенций	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	0	1	УК-3.1	Лекция

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.	1	0	1	УК-3.1	Лекция
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	0	1	УК-3.1	Лекция
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	0	1	УК-3.1	Лекция
5. Пространственная четность (Р-четность). Закон сохранения Р-четности. Электрический дипольный момент ядра и нейтрона. Изотопический спин.	1	0	1	УК-3.1	Лекция
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).	1	0	1	УК-3.1	Лекция

7. 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	1	0	1	УК-3.1	Лекция
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	0	0	УК-3.1	Лекция
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	0	0	УК-3.1	Лекция

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. CPT теорема. Сохранение Т-инвариантности в бета-распаде. Бета-распад нейтрона. Время жизни. Спектр электронов. Угловые корреляции.	2	0	0	УК-3.1	Лекция
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	0	0	УК-3.1	Лекция
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	0	0	УК-3.1	Лекция
14. Элементарная теория деления. Энергия деления и ее распределение. Механизм деления. Свойства осколков деления.	1	0	0	УК-3.1	Лекция

16. Использование энергии деления. Среднее количество вторичных нейтронов. Запаздывающие нейтроны. Сечение деления и практическое осуществление цепного ядерного процесса.	1	0	0	УК-3.1	Лекция

Темы практических занятий	Часы	Из них в форме практ. подг., час.	Активные формы, час.	Индикаторы достижения компетенций	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	0	0	ПК-3.В/НА.2	Решение задач
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.	1	4	0	ПК-3.В/НА.2	Решение задач
4. Спин и магнитный момент нуклонов и ядер. Сверхтонкая структура спектральных линий. Метод магнитного резонанса Раби. Магнитный момент нейтрона. Опыт Альвареца и Блоха. Двухпетлевой метод Рамзея. Результаты измерения спинов и магнитных моментов. Однонуклонная модель Шмидта.	1	4	0	ПК-3.В/НА.2	Решение задач

5. Пространственная четность (Р-четность). Закон сохранения Р-четности. Электрический дипольный момент ядра и нейтрона. Изотопический спин.	1	0	0	ПК-3.В/НА.2	Решение задач
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).	1	0	1	ПК-3.В/НА.2	Решение задач
7. Модель ядерных оболочек.Магические числа.Схема построения оболочек.Область применимости и недостатки.	1	4	0	ПК-3.В/НА.2	Решение задач
Дидактическая единица: Радиоактивные превращения ядер					
9. Основные закономерности радиоактивных превращения ядер. Период полураспада. Вековое уравнение. Четыре радиоактивных семейства. Ториевая вилка. Энергетические циклы.	1	4	1	ПК-3.В/НА.2	Решение задач
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	0	2	ПК-3.В/НА.2	Решение задач

11. Бета-распад. 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. CPT теорема. Сохранение Т-инвариантности в бета-распаде. Бета-распад нейтрона. Время жизни. Спектр электронов. Угловые корреляции.	2	4	2	ПК-3.В/НА.2	Решение задач
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	0	1	ПК-3.В/НА.2	Решение задач
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	0	1	ПК-3.В/НА.2	Решение задач
14. Элементарная теория деления. Энергия деления и ее распределение.	1	2	1	ПК-3.В/НА.2	Решение задач

15. Свойства осколков деления. Мгновенное гамма-излучение при делении. Открытие спонтанного деления. Асимметрия деления при облучении нейтронами.	1	4	1	ПК-3.В/НА.2	Решение задач
16. Использование энергии деления. Среднее количество вторичных нейтронов. Запаздывающие нейтроны. Сечение деления и практическое осуществление цепного ядерного процесса.	1	0	1	ПК-3.В/НА.2	Решение задач

3.1 Практическая подготовка

Таблица 3.2

№	Темы занятий	Формы организации занятий	Содержание практической подготовки (виды работ)
1	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.	Пр	Выполняет следующие виды работ: решение задач на измерение рассеяния быстрых электронов на ядрах.
2	Спин и магнитный момент нуклонов и ядер. Сверхтонкая структура спектральных линий. Метод магнитного резонанса Раби. Магнитный момент нейтрона. Опыт Альвареца и Блоха. Двухпетлевой метод Рамзея. Результаты измерения спинов и магнитных моментов. Однонуклонная модель Шмидта.	Пр	Выполняет следующие виды работ: ршение задач на определение спина и магнитного момента ядра с помощью внешних полей.
3	Модель ядерных оболочек.Магические числа.Схема построения оболочек.Область применимости и недостатки.	Пр	Выполняет следующие виды работ: расчет и моделирование основных параметров обобщенной модели ядра.
4	Основные закономерности радиоактивных превращения ядер. Период полураспада. Вековое уравнение. Четыре радиоактивных семейства. Ториевая вилка. Энергетические циклы.	Пр	Выполняет следующие виды работ: решение задач на применение методов измерения периодов полураспада.

5	Бета-распад. 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. CPT теорема. Сохранение Т-инвариантности в бета-распаде. Бета-распад нейтрона. Время жизни. Спектр электронов. Угловые корреляции.	Пр	Выполняет следующие виды работ: решение задач на определение энергетических условий для трех видов бета- распада.
6	Элементарная теория деления. Энергия деления и ее распределение.	Пр	Выполняет следующие виды работ: решение за дач на определение исхода деления.
7	Свойства осколков деления. Мгновенное гамма-излучение при делении. Открытие спонтанного деления. Асимметрия деления при облучении нейтронами.	Пр	Выполняет следующие виды работ: решение задач на определение механизма образования, время испускания и спектр нейтронов деления.

3.2 Самостоятельная работа обучающегося

Таблица 3.3

№	Виды самостоятельной работы	Индикаторы достижения компетенций	Часы на выполнение	Часы на консультации
Семестр: 2				
1	Курсовая работа	ПК-3.В/НА.2,УК-3.1	30	0
: Сборник задач по курсу “Ядерная физика” : учебное пособие / И. И. Астапов, Н. С. Барбашина, А. Н. Дмитриева [и др.]. — Москва : НИЯУ МИФИ, 2019. — 64 с. — ISBN 978-5-7262-2591-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/175408 (дата обращения: 23.03.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.				
2	Подготовка к занятиям	ПК-3.В/НА.2,УК-3.1	14	0
: Сборник задач по курсу “Ядерная физика” : учебное пособие / И. И. Астапов, Н. С. Барбашина, А. Н. Дмитриева [и др.]. — Москва : НИЯУ МИФИ, 2019. — 64 с. — ISBN 978-5-7262-2591-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/175408 (дата обращения: 23.03.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.				
3	Дополнительная учебная деятельность	ПК-3.В/НА.2	10	6
: Попко, Г. И. Атомная и ядерная физика. Лабораторный практикум : учебно-методическое пособие / Г. И. Попко, М. И. Хомич, Т. А. Железнякова. — Минск : БГУ, 2020. — 99 с. — ISBN 978-985-566-876-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/180558 (дата обращения: 23.03.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.				
4	Подготовка к аттестации	ПК-3.В/НА.2	12	2
: Сборник задач по курсу “Ядерная физика” : учебное пособие / И. И. Астапов, Н. С. Барбашина, А. Н. Дмитриева [и др.]. — Москва : НИЯУ МИФИ, 2019. — 64 с. — ISBN 978-5-7262-2591-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/175408 (дата обращения: 23.03.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.				

3.3 Технология обучения

Для организации и контроля самостоятельной работы обучающихся, а также проведения консультаций применяются информационно-коммуникационные технологии (табл. 3.4).

Таблица 3.4

Деятельность	Информационно-коммуникационные технологии
Информирование	e-mail; Социальные сети
Консультирование	e-mail; Социальные сети; Среда электронного обучения НГТУ
Контроль	Среда электронного обучения НГТУ
Размещение учебных материалов	Портал НГТУ; ЭБС

4. Правила аттестации обучающихся по дисциплине

Для аттестации обучающихся по дисциплине используется балльно-рейтинговая система (БРС), позволяющая выставлять оценки по традиционной шкале и 15-уровневой ECTS. Краткая информация о БРС приведена в табл. 4.1.

Таблица 4.1

Оцениваемые виды деятельности обучающихся	Мин. балл	Максимальный балл
Семестр: 2		
Практические занятия:	30	60
Курсовая работа:	0	100 *(в состав баллов за КР)*
Экзамен:	20	40

В таблице 4.2 представлено соответствие форм контроля заявляемым требованиям к результатам освоения дисциплины.

Таблица 4.2

Коды компетенций	Индикаторы достижения компетенций	Формы контроля	
		Защита КП/КР	Экзамен
ПК-3.В/НА	ПК-3.В/НА 2. Умеет решать профессиональные задачи на предприятиях и в организациях профильной отрасли своего региона.	+	+
УК-3	УК-3 1. Знает основы руководства командой и выстраивания командной стратегии	+	+

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

5. Литература

Основная литература

1. Мухин, К. Н. Экспериментальная ядерная физика : учебник : в 3 томах / К. Н. Мухин. — 7-е изд, стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022 — Том 1 : Физика атомного ядра — 2022. — 384 с. — ISBN 978-5-8114-0739-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/210308 (дата обращения: 23.03.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Мухин, К. Н. Физика : учебник для вузов : в 3 томах / К. Н. Мухин. — 8-е изд, стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022 — Том 3 : Физика элементарных частиц — 2022. — 416 с. — ISBN 978-5-8114-9777-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/199919 (дата обращения: 23.03.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Сафронов, А. А. Физика излучения. Атомная и ядерная физика : учебное пособие / А. А. Сафронов, Ю. И. Туснов. — 2-е изд. — Москва : РТУ МИРЭА, 2025. — 90 с. — ISBN 978-5-7339-2509-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/493580 (дата обращения: 04.05.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. Мухин, К. Н. Экспериментальная ядерная физика. В 3 томах. Том 1. Физика атомного ядра : учебник для вузов / К. Н. Мухин. — 9-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2025. — 384 с. — ISBN 978-5-507-50599-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/448625 (дата обращения: 04.05.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Дополнительная литература

1. Стерлядкин, В. В. Физика : учебное пособие / В. В. Стерлядкин, К. В. Куликовский, М. В. Лихач?ва. — Москва : РТУ МИРЭА, 2022 — Часть 3 : Оптика. Атомная и ядерная физика — 2022. — 73 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/240113 (дата обращения: 23.03.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Интернет-ресурсы

1. Ядерная физика : журнал / Научные журналы : [сайт]. – URL: https://sciencejournals.ru/list-issues/yadfiz/ (дата обращения: 14.06.2023). – Текст : электронный.

6. Методическое и программное обеспечение, информационные технологии

6.1 Методическое обеспечение

1. Попко, Г. И. Атомная и ядерная физика. Лабораторный практикум : учебно-методическое пособие / Г. И. Попко, М. И. Хомич, Т. А. Железнякова. — Минск : БГУ, 2020. — 99 с. — ISBN 978-985-566-876-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/180558 (дата обращения: 23.03.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Сборник задач по курсу “Ядерная физика” : учебное пособие / И. И. Астапов, Н. С. Барбашина, А. Н. Дмитриева [и др.]. — Москва : НИЯУ МИФИ, 2019. — 64 с. — ISBN 978-5-7262-2591-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/175408 (дата обращения: 23.03.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

6.2 Специализированное программное обеспечение

1 Операционная система Microsoft Windows

2 Пакет офисных приложений Microsoft Office

6.3 Информационные технологии

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине применяются элементы дистанционных образовательных технологий, а также синхронного и асинхронного взаимодействия в электронной информационно-образовательной среды НГТУ.

7. Материально-техническое обеспечение

Презентационное оборудование

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