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
Современные проблемы физики

Образовательная программа: 03.04.02 Физика, магистерская программа: Программно-аппаратные комплексы в ядерных исследованиях

Курс: 2, семестр : 3

Физико-технический факультет,

		Семестр
№	**Вид деятельности**	**3**
1	Всего зачетных единиц (кредитов)	3
2	Всего часов	108
3	Всего занятий в контактной форме, час.	34
4	Лекции, час.	26
5	Практические занятия, час.	0
6	Лабораторные занятия, час.	0
7	из них в активной и интерактивной форме, час.	0
8	из них практической подготовки, час.	22
9	Аттестация, час.	2
10	Консультации, час.	6
11	Самостоятельная работа, час.	74
12	Виды самостоятельной работы (курсовой проект, курсовая работа, РГЗ(Р)/реферат, подготовка к контрольной работе)	
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-2.В/НА Способен проводить фундаментальные и прикладные научные исследования с целью повышения эффективности работы средств аппаратно-программной обработки сигналов на электрофизических установках в целях проведения ядерных исследований
	ПК-2.В/НА. 3 Умеет подготавливать исходные данные, налаживать экспериментальные стенды и установки для обеспечения выполнения научных исследований
Универсальные компетенции	УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий
	УК-1. 2 Умеет проводить критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода
Универсальные компетенции	УК-5 Способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия
	УК-5. 2 Умеет анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия

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

Таблица 2.1

Индикаторы достижения компетенций	Формы организации занятий
Результаты обучения	
ПК-2.В/НА. 3 Умеет подготавливать исходные данные, налаживать экспериментальные стенды и установки для обеспечения выполнения научных исследований	
уметь рассчитывать тормозную способность веществ, радиационные повреждения, диффузию водорода	Лекции; Самостоятельная работа
УК-1. 2 Умеет проводить критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода	
уметь определять преимущества термоядерной энергетики как международной платформы для взаимодействия в поисках чистой энергии, возможности положительного выхода термоядерной реакции при облучении мишени пучками частиц	Лекции; Самостоятельная работа
УК-5. 2 Умеет анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия	
умеет определять основные характеристики синхротронного излучения	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: 3					
Дидактическая единица: Особенности воздействия частиц высокой энергии на вещество					
1. Радиационная безопасность. Основные процессы взаимодействия части с веществом.	1	2	0	УК-1.2	Лекция

3. Воздействие тяжелых частиц на вещество. Смещения атомов. Единица измерения. Пороговая энергия смещения. Пары Френкеля. Характерные времена.	2	2	1	УК-1.2	Лекция
Дидактическая единица: Имплантация частиц					
5. Технология наномембран. Физические принципы производства. Области применения Пробег и распределение частиц по глубине вещества. Флуктуации ионизационных потерь.	2	0	1	УК-5.2	Лекция
7. Ионная имплантация, основные разновидности. Технология производства пластин "кремний-на-изоляторе". Принцип действия и типы имплантеров.	2	0	0	УК-1.2	Лекция
Дидактическая единица: Проблема стойкости материалов					
8. Основные проблемы выбора материалов для термоядерного реактора.	2	0	1	ПК-2.В/НА.3	Лекция
Дидактическая единица: Введение в технологии, основанные на ядерных реакциях					
12. Какие бывают ядерные реакции. Сечение и выход ядерной реакции. Генерация резонансных гамма-квантов и их использование для обнаружения взрывчатых веществ Реакции рождения нейтронов. Используемые реакции.	2	0	1	УК-1.2	Лекция
14. Использование быстрых нейтронов для дистанционного анализа состава веществ. Нейтронный каротаж, обнаружение взрывчатки.	1	0	1	УК-1.2	Лекция
Дидактическая единица: Визуализация в медицине					
10. Особенности выделения энергии ионами в биологических объектах, брегговский пик для разлисных ионов.Преимущества лечения ионными пучками. Методы лечения рака.	2	0	1	ПК-2.В/НА.3	Лекция

11. Методы генерации протонных и ионных терапевтических пучков. Принцип электронного охлаждения.	2	0	1	ПК-2.В/НА.3	Лекция
15. Методы (5 методов). Томография (определение, принцип действия). Требования к томографической аппаратуре.	2	4	2	УК-5.2	Лекция
16. Малодозные цифровые рентгеновские установки (МЦРУ). Преимущества и применения.	2	0	1	ПК-2.В/НА.3	Лекция
Дидактическая единица: Синхротронное излучение					
17. История открытия синхротронного излучения. Основные закономерности СИ Генераторы СИ. Особенность спектра СИ для различных устройств. Используемые свойства СИ. СИ в ИЯФ и в мире. Примеры применения СИ. Технологические возможности использования СИ.	2	0	1	УК-5.2	Лекция
Дидактическая единица: Лазеры на свободных электронах					
20. Преимущества ЛСЭ по сравнению с СИ. Условие синхронизма. Пинцип работы новосибирского ЛСЭ.	2	0	1	ПК-2.В/НА.3	Лекция
Дидактическая единица: Управляемый термоядерный синтез					
27. Инерциальное удержание. Термоядерная бомба. Лазерные системы. Быстрый поджиг. Быстрые пинчи. Сжатие рентгеновским излучением.	2	0	2	УК-1.2	Лекция

Темы для самостоятельного изучения	Часы	Из них в форме практ. подг., час.	Активные формы, час.	Индикаторы достижения компетенций	Учебная деятельность
Семестр: 3					
Дидактическая единица: Лазеры на свободных электронах					
19. Типы лазеров. Принцип работы (инверсия заселённости, условие генерации лазерного излучения). Принцип работы ЛСЭ.	2	2	0	УК-5.2	Реферат
Дидактическая единица: Радиационные технологии					

21. Принцип дейтсвия промышленных ускорителей ЭЛВ, ИЛУ, Родотрон. Устройство для выпуска пучка: выпуск через фольгу, выпуск концентрированного пучка.	2	2	0	ПК-2.В/НА.3	Реферат
Дидактическая единица: Управляемый термоядерный синтез					
22. Управляемый термоядерный синтез. Проблемы энергетики. Ядерная энергетика. Радиационная опасность.	2	2	0	ПК-2.В/НА.3	Реферат
24. Понятие плазмы. Дебаевская экранировка. Плазменные колебания. Классическая и вырожденная плазма. Идеальная и неидеальная плазма. Сравнение свойств плазмы, газа, твердого тела. Характерные параметры лабораторной и космической плазмы. Степень ионизации. Формула Саха. Столкновения частиц в плазме. Кулоновский логарифм. Релаксация импульса и энергии частиц в плазме.	2	2	0	УК-1.2	Реферат
25. Открытые магнитные ловушки. Пробкотрон. Палки Иоффе. Конусная неустойчивость. Тандем. Термобарьер. Амбиполярная ловушка. Газодинамическая ловушка. Многопробочная ловушка.	2	2	0	УК-1.2	Реферат
26. Замкнутые системы. Стелларатор. МГД неустойчивость. Шир. Банановые частицы. Токамак. Перспективы систем с магнитным удержанием.	2	2	0	УК-1.2	Реферат
28. Низкотемпературная плазма и плазменный разряд. Плазменные технологии.	1	2	0	УК-1.2	Реферат

3.1 Практическая подготовка

Таблица 3.2

№	Темы занятий	Формы организации занятий	Содержание практической подготовки (виды работ)
1	Радиационная безопасность. Основные процессы взаимодействия части с веществом.	Л	Выполняет следующие виды работ: доклад-обзор по теме "Формы радиационного воздействия"

2	Воздействие тяжелых частиц на вещество. Смещения атомов. Единица измерения. Пороговая энергия смещения. Пары Френкеля. Характерные времена.	Л	Выполняет следующие виды работ: расчет каскадов смещений: фаза столкновений, термическая вспышка, фаза охлаждения, фаза диффузии.
3	Методы (5 методов). Томография (определение, принцип действия). Требования к томографической аппаратуре.	Л	Выполняет следующие виды работ: принцип работы позитронно-эмиссионной томографии.
4	Типы лазеров. Принцип работы (инверсия заселённости, условие генерации лазерного излучения). Принцип работы ЛСЭ.	Самост.	Выполняет следующие виды работ: реферат
5	Принцип дейтсвия промышленных ускорителей ЭЛВ, ИЛУ, Родотрон. Устройство для выпуска пучка: выпуск через фольгу, выпуск концентрированного пучка.	Самост.	Выполняет следующие виды работ: реферат
6	Управляемый термоядерный синтез. Проблемы энергетики. Ядерная энергетика. Радиационная опасность.	Самост.	Выполняет следующие виды работ: реферат
7	Понятие плазмы. Дебаевская экранировка. Плазменные колебания. Классическая и вырожденная плазма. Идеальная и неидеальная плазма. Сравнение свойств плазмы, газа, твердого тела. Характерные параметры лабораторной и космической плазмы. Степень ионизации. Формула Саха. Столкновения частиц в плазме. Кулоновский логарифм. Релаксация импульса и энергии частиц в плазме.	Самост.	Выполняет следующие виды работ: реферат
8	Открытые магнитные ловушки. Пробкотрон. Палки Иоффе. Конусная неустойчивость. Тандем. Термобарьер. Амбиполярная ловушка. Газодинамическая ловушка. Многопробочная ловушка.	Самост.	Выполняет следующие виды работ: реферат
9	Замкнутые системы. Стелларатор. МГД неустойчивость. Шир. Банановые частицы. Токамак. Перспективы систем с магнитным удержанием.	Самост.	Выполняет следующие виды работ: реферат
10	Низкотемпературная плазма и плазменный разряд. Плазменные технологии.	Самост.	Выполняет следующие виды работ: реферат

3.2 Самостоятельная работа обучающегося

Таблица 3.3

№	Виды самостоятельной работы	Индикаторы достижения компетенций	Часы на выполнение	Часы на консультации
Семестр: 3				
1	Подготовка к занятиям	УК-1.2	22	0
Конспект: Атомно-эмиссионная спектрометрия с индуктивно-связанной плазмой : учебное пособие / Е. С. Попова, С. В. Моржухина, Б. К. Зуев, А. М. Моржухин. — Дубна : Государственный университет «Дубна», 2019. — 56 с. — ISBN 978-5-89847-588-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/154499 (дата обращения: 23.03.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.				
2	Дополнительная учебная деятельность	УК-1.2	15	5

: Общая физика. Физика атомного ядра и элементарных частиц : учебно-методическое пособие / Н. И. Анисимова, Ю. А. Го-роховатский, Е. А. Карулина [и др.] ; под общей редакцией Ю. А. Гороховатского. — Санкт-Петербург : РГПУ им. А. И. Герцена, 2018. — 183 с. — ISBN 978–5–8064–2540–0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/136725 (дата обращения: 23.03.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.				
3	Подготовка к аттестации	ПК-2.В/НА.3,УК-1.2	24	1
: Романов, А. И. Распределения случайных величин и основы статистических методов обработки экспериментальных данных : учебно-методическое пособие / А. И. Романов, Т. А. Семенова, Н. С. Воронова. — Москва : НИЯУ МИФИ, 2016. — 148 с. — ISBN 978-5-7262-2225-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/119506 (дата обращения: 23.03.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.				
4	Самостоятельное изучение теоретического материала	ПК-2.В/НА.3,УК-1.2,УК-5.2	13	0
Студент изучает темы, приведенные в таблице 3.1 : Общая физика. Физика атомного ядра и элементарных частиц : учебно-методическое пособие / Н. И. Анисимова, Ю. А. Го-роховатский, Е. А. Карулина [и др.] ; под общей редакцией Ю. А. Гороховатского. — Санкт-Петербург : РГПУ им. А. И. Герцена, 2018. — 183 с. — ISBN 978–5–8064–2540–0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/136725 (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; Портал НГТУ; Социальные сети
Консультирование	e-mail
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: 3		
Подготовка к занятиям:	30	60
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	
			Экзамен
ПК-2.В/НА	ПК-2.В/НА 3. Умеет подготавливать исходные данные, налаживать экспериментальные стенды и установки для обеспечения выполнения научных исследований		+
УК-1	УК-1 2. Умеет проводить критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода		+
УК-5	УК-5 2. Умеет анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия		+

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

5. Литература

Основная литература

1. Гусейханов, М. К. Современные проблемы естественных наук : учебное пособие / М. К. Гусейханов, У. Г. Магомедова, Ф. М. Гусейханова. — 6-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 276 с. — ISBN 978-5-8114-2523-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/212747 (дата обращения: 23.03.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Сальников, А. Н. Физика. Современная картина мира / А. Н. Сальников. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 628 с. — ISBN 978-5-507-44892-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/266801 (дата обращения: 28.12.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Рожанский, В. А. Теория плазмы : учебное пособие / В. А. Рожанский. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 320 с. — ISBN 978-5-8114-1233-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/210770 (дата обращения: 19.12.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. Паршаков, А. Н. Введение в квантовую физику : учебное пособие для вузов / А. Н. Паршаков. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2025. — 352 с. — ISBN 978-5-507-51128-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/505365 (дата обращения: 27.05.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Дополнительная литература

1. Еремин, А. В. Лабораторный практикум по общей физике. Физика атомного ядра и элементарных частиц : учебное пособие / А. В. Еремин, О. Н. Малышев, А. И. Свирихин. — Дубна : Государственный университет «Дубна», 2018. — 108 с. — ISBN 978-5-89847-527-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/154501 (дата обращения: 23.03.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Сальников, А. Н. Физика. Основные принципы : учебник для вузов / А. Н. Сальников. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 408 с. — ISBN 978-5-8114-8300-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/193329 (дата обращения: 23.03.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Богданов, А. В. Волоконные технологические лазеры и их применение : учебное пособие для вузов / А. В. Богданов, Ю. В. Голубенко. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 236 с. — ISBN 978-5-507-44917-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/249842 (дата обращения: 19.12.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. Голант, В. Е. Основы физики плазмы : учебное пособие / В. Е. Голант, А. П. Жилинский, И. Е. Сахаров. — 2-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 448 с. — ISBN 978-5-8114-1198-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/210629 (дата обращения: 19.12.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Интернет-ресурсы

1. Современные проблемы науки и образования : журнал / Академия Естествознания : [сайт]. – Москва. – 2005 – . – URL: https://science-education.ru/ru/issue/index (дата обращения: 23.03.2023). – Текст : электронный.

6. Методическое и программное обеспечение, информационные технологии

6.1 Методическое обеспечение

1. Романов, А. И. Распределения случайных величин и основы статистических методов обработки экспериментальных данных : учебно-методическое пособие / А. И. Романов, Т. А. Семенова, Н. С. Воронова. — Москва : НИЯУ МИФИ, 2016. — 148 с. — ISBN 978-5-7262-2225-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/119506 (дата обращения: 23.03.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Общая физика. Физика атомного ядра и элементарных частиц : учебно-методическое пособие / Н. И. Анисимова, Ю. А. Го-роховатский, Е. А. Карулина [и др.] ; под общей редакцией Ю. А. Гороховатского. — Санкт-Петербург : РГПУ им. А. И. Герцена, 2018. — 183 с. — ISBN 978–5–8064–2540–0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/136725 (дата обращения: 23.03.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Атомно-эмиссионная спектрометрия с индуктивно-связанной плазмой : учебное пособие / Е. С. Попова, С. В. Моржухина, Б. К. Зуев, А. М. Моржухин. — Дубна : Государственный университет «Дубна», 2019. — 56 с. — ISBN 978-5-89847-588-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/154499 (дата обращения: 23.03.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

6.2 Специализированное программное обеспечение

1 Пакет офисных приложений Microsoft Office

2 Операционная система Microsoft Windows

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