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
Специальные главы физики ускорителей

Образовательная программа: 03.04.02 Физика, магистерская программа: Экспериментальная физика

Курс: 1, семестр : 1

Физико-технический факультет,

		Семестр
№	Вид деятельности	1
1	Всего зачетных единиц (кредитов)	3
2	Всего часов	108
3	Всего занятий в контактной форме, час.	40
4	Лекции, час.	30
5	Практические занятия, час.	0
6	Лабораторные занятия, час.	0
7	из них в активной и интерактивной форме, час.	1
8	из них практической подготовки, час.	12
9	Аттестация, час.	2
10	Консультации, час.	8
11	Самостоятельная работа, час.	68
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 объектов атомной энергии
	ПК-2.В/НА. 2 Умеет проводить расчетные исследования и измерения физических характеристик на экспериментальных стендах и установках
Универсальные компетенции	УК-5 Способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия
	УК-5. 1 Знает основы межкультурного взаимодействия

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

Таблица 2.1

Индикаторы достижения компетенций Результаты обучения	Формы организации занятий
ПК-2.В/НА. 2 Умеет проводить расчетные исследования и измерения физических характеристик на экспериментальных стендах и установках	
Умеет рассчитывать оптические функции канала транспортировки пучка заряженных частиц, эффективность инжекции пучка частиц в циклический ускоритель, декременты и времена затухания из-за синхротронного излучения. Учет квантовых флуктуаций, оценка фазового объема пучка и его размеров.	Лекции; Самостоятельная работа
УК-5. 1 Знает основы межкультурного взаимодействия	
знает международный опыт практического решения задач в области ускорителей заряженных частиц, применения ускорителей в области физики заряженных частиц и технологии, расчета коэффициента уплотнения орбит, частоты малых синхротронных колебаний, энергетического акцептанса ускорителя и основные международные проекты по созданию ускорительной техники и применения ускорительных технологий.	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: 1					
Дидактическая единица: Основные типы ускорителей					
1. История развития ускорителей заряженных частиц. Их применение в области физики заряженных частиц и технологии.	2	0	0	УК-5.1	Лекция
9. Линейные ускорители: Кокрофта-Уолтона, генератор Ван де Графа, индукционный и высокочастотный ускоритель.	4	0	1	УК-5.1	Лекция
Дидактическая единица: Поперечное движение частицы					

3. Адиабатическое затухание бетатронных колебаний. Хроматизм. Понятие о связи бетатронных колебаний и нелинейных резонансах.	2	4	0	ПК-2.В/НА.2	Решение задач
Дидактическая единица: Продольное движение частицы					
4. Зависимость параметров бетатронных колебаний от энергии частицы. Критическая энергия.	4	4	0	ПК-2.В/НА.2	Решение задач
Дидактическая единица: Излучение заряженной частицы					
5. Квантовая раскачка колебаний. Понятие фазового объема (эмиттанса) и размеров пучка. Апертурные ограничения и время жизни пучка.	4	4	0	ПК-2.В/НА.2	Решение задач
Дидактическая единица: Охлаждение пучков тяжелых частиц					
6. Основные понятия охлаждения пучков частиц. Стохастическое охлаждение. Электронное охлаждение.	2	0	0	УК-5.1	Лекция
Дидактическая единица: Пространственный заряд					
7. Влияние пространственного заряда. Когерентный сдвиг бетатронной частоты. Накопление ионов, фактор нейтрализации. Понятие о когерентных эффектах.	4	0	0	УК-5.1	Лекция
Дидактическая единица: Инжекция и выпуск					
8. Транспортировка заряженных частиц, каналы транспортировки, оптические функции канала транспортировки. Согласование оптических функций канала транспортировки. Выпуск пучка (одно- и многооборотный). Выпуск пучка на резонансе.	2	0	0	УК-5.1	Лекция
Дидактическая единица: Фокусировка заряженных частиц					
2. Слабая и сильная фокусировка, фокусировка однородным полем, магнитной линзой, соленоидом, краевым полем. Понятие о бетатронных колебаниях.	6	0	0	УК-5.1	Лекция

3.1 Практическая подготовка

Таблица 3.2

№	Темы занятий	Формы организации занятий	Содержание практической подготовки (виды работ)

1	Адиабатическое затухание бетатронных колебаний. Хроматизм. Понятие о связи бетатронных колебаний и нелинейных резонансах.	Л	Выполняет следующие виды работ: решение задач на расчет малых погрешностей магнитного поля: искажение замкнутой орбиты, сдвиг бетатронной частоты.
2	Зависимость параметров бетатронных колебаний от энергии частицы. Критическая энергия.	Л	Выполняет следующие виды работ: решение задач на расчет коэффициента уплотнения орбит.
3	Квантовая раскачка колебаний. Понятие фазового объема (эмиттанса) и размеров пучка. Апертурные ограничения и время жизни пучка.	Л	Выполняет следующие виды работ: моделирование распределения плотности пучка частиц.

3.2 Самостоятельная работа обучающегося

Таблица 3.3

№	Виды самостоятельной работы	Индикаторы достижения компетенций	Часы на выполнение	Часы на консультации
Семестр: 1				
1	Подготовка к занятиям	ПК-2.В/НА.2,УК-5.1	40	6
: Иванов А. В. Динамика заряженных частиц и интенсивных пучков в стационарных полях : учебное пособие / А. В. Иванов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2011. - 209, [1] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000154505				
2	Подготовка к аттестации	УК-5.1	28	2
: Иванов А. В. Динамика заряженных частиц и интенсивных пучков в стационарных полях : учебное пособие / А. В. Иванов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2011. - 209, [1] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000154505 Дудкина М. П. Организация самостоятельной работы студентов Новосибирского государственного технического университета : учебно-методическое пособие / М. П. Дудкина, Ю. В. Никитин ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2022.- 61, [1] с. : табл.- Текст : непосредственный.- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=223022				

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: 1		
Подготовка к занятиям:	10	20
Лекция:	20	40
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 2. Умеет проводить расчетные исследования и измерения физических характеристик на экспериментальных стендах и установках		+
УК-5	УК-5 1. Знает основы межкультурного взаимодействия		+

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

5. Литература

Основная литература

1. Григорьев, А. Д. Электродинамика и микроволновая техника : учебник / А. Д. Григорьев. — 2-е изд. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 704 с. — ISBN 978-5-8114-0706-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/210095 (дата обращения: 24.03.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Фальковский, О. И. Техническая электродинамика : учебник / О. И. Фальковский. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 432 с. — ISBN 978-5-8114-0980-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/210371 (дата обращения: 24.03.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Савельев, И. В. Курс общей физики. В 3 томах. Том 2. Электричество и магнетизм. Волны. Оптика : учебник для вузов / И. В. Савельев. — 20-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2026. — 512 с. — ISBN 978-5-507-55016-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/515101 (дата обращения: 04.05.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. Носов, В. В. Диагностика машин и оборудования : учебное пособие для вузов / В. В. Носов. — 6-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2025. — 376 с. — ISBN 978-5-507-51117-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/505355 (дата обращения: 04.05.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Дополнительная литература

1. Бредов, М. М. Классическая электродинамика : учебное пособие / М. М. Бредов, В. В. Румянцев, И. Н. Топтыгин. — 2-е изд., испр. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 400 с. — ISBN 5-8114-0511-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/210194 (дата обращения: 24.03.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Левичев Е. Б. Лекции по нелинейной динамике частиц в циклическом ускорителе : [учебное пособие] / Е. Б. Левичев ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2009. - 222 с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000113734. - Парал. тит. л. англ..

3. Мультипакторный разряд в сверхвысокочастотных узлах и элементах ускорителей заряженных частиц : учебное пособие / М. А. Гусарова, В. И. Каминский, М. В. Лалаян, Н. П. Собенин. — Москва : НИЯУ МИФИ, 2011. — 124 с. — ISBN 978-5-7262-1554-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/75725 (дата обращения: 20.03.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Интернет-ресурсы

1. Ускорители : журнал / НИИ механики МГУ. ИСТИНА : сайт. – 2011-2018. – URL: https://istina.msu.ru/journals/92645670/ (дата обращения: 27.04.2023). – Текст : электронный.

2. Вопросы атомной науки и техники. ВАНТ.Серия: Ядерно-реакторные константы: журнал / Акционерное общество «Государственный научный центр Российской Федерации – Физико-энергетический институт имени А. И. Лейпунского», Государственная корпорация по атомной энергии «Росатом» : сайт. – 2022 –. – ISSN 2414-1038 (online); ISSN (печатное издание с 1971 по 2014): 0207-3668. – URL: https://vant.ippe.ru/ (дата обращения: 27.04.2023). –Текст : электронный.

6. Методическое и программное обеспечение, информационные технологии

6.1 Методическое обеспечение

1. Иванов А. В. Динамика заряженных частиц и интенсивных пучков в стационарных полях : учебное пособие / А. В. Иванов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2011. - 209, [1] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000154505

2. Дудкина М. П. Организация самостоятельной работы студентов Новосибирского государственного технического университета : учебно-методическое пособие / М. П. Дудкина, Ю. В. Никитин ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2022.- 61, [1] с. : табл.- Текст : непосредственный.- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=223022

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