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
Магнитные системы 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.	23
4	Лекции, час.	16
5	Практические занятия, час.	0
6	Лабораторные занятия, час.	0
7	из них в активной и интерактивной форме, час.	2
8	из них практической подготовки, час.	12
9	Аттестация, час.	2
10	Консультации, час.	5
11	Самостоятельная работа, час.	85
12	Виды самостоятельной работы (курсовой проект, курсовая работа, РГЗ(Р)/реферат, подготовка к контрольной работе)	
13	Вид аттестации	3

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, по выбору студента

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. 1 Знает методики обработки и анализа результатов расчетных исследований и экспериментальных измерений и составления отчетов по выполненным этапам работ
Универсальные компетенции	УК-2 Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла
	УК-2. 2 Знает этапы жизненного цикла проекта

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. 1 Знает методики обработки и анализа результатов расчетных исследований и экспериментальных измерений и составления отчетов по выполненным этапам работ	
знать применение магнитных систем в ускорительной технике при проведении эксперимента, методики рассчета влияния краевых полей магнитов, основы проектирования импульсных магнитных систем.	Лекции; Самостоятельная работа
УК-2. 2 Знает этапы жизненного цикла проекта	
знать о современных технологиях в магнитных системах ускорителей, уравнения электродинамики, интегральные соотношения, назначение дипольных, квадрупольных и секступольных магнитов, магнитные материалы магнитов с нормально-проводящими и сверхпроводящими обмотками, постоянные магниты	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: Уравнения движения заряженных частиц					
1. Обзор современных циклических ускорителей.	2	0	2	ПК-2.В/НА. 1,УК-2.2	Лекция
2. Уравнения электродинамики. Интегральные соотношения. Системы единиц. Двумерные магнитные поля. Комплексный скалярный и векторный потенциалы.	2	4	0	УК-2.2	Лекция
Дидактическая единица: Мультипольное разложение магнитных полей					
3. Мультипольные разложения двумерных полей. Дипольные, квадрупольные и секступольные магниты.	2	4	0	УК-2.2	Лекция

4. Краевые поля магнитов. Краевые мультипольные разложения. Двумерное описание краевого поля дипольного магнита с широким полюсом.	2	0	0	ПК-2.В/НА.1,УК-2.2	Лекция
Дидактическая единица: Магниты с нормально-проводящими обмотками					
5. Магниты с нормально-проводящими обмотками. Магнитные материалы. Примеры оптимальных конструкций. Весовые и мощностные характеристики магнитов. Проблемы охлаждения обмоток.	2	4	0	УК-2.2	Лекция
Дидактическая единица: Импульсные магниты					
6. Импульсные магниты. Примеры конструкций. Обсуждение преимуществ и недостатков импульсных магнитных систем. Энергоемкость магнитов. Импульсные системы питания. Синхротрон БЗМ, впускные магниты и линзы канала БЭП-ВЭПП2000, литиевые линзы конверсионного узла как примеры применения импульсного питания магнитных систем.	3	0	0	ПК-2.В/НА.1,УК-2.2	Лекция
Дидактическая единица: Сверхпроводящие магниты					
7. Сверхпроводники и их основные технические характеристики. Сверхпроводящие магниты. Соленоиды. Магнитные силы. Энергия поля. Примеры конструкций сверхпроводящих магнитов. Соленоид детектора КЕДР. Соленоиды ВЭПП2000. Виглеры, ондуляторы. Криогенные системы. Токовводы с охлаждением газообразным гелием. Токовводы с применением высокотемпературных сверхпроводников.	2	0	0	УК-2.2	Лекция
Дидактическая единица: Постоянные магниты					

8. Постоянные магниты. Характеристики магнитожёстких материалов. Примеры создания магнитных систем ускорителей на постоянных магнитах.	1	0	0	ПК-2.В/НА.1,УК-2.2	Лекция

3.1 Практическая подготовка

Таблица 3.2

№	Темы занятий	Формы организации занятий	Содержание практической подготовки (виды работ)
1	Уравнения электродинамики. Интегральные соотношения. Системы единиц. Двумерные магнитные поля. Комплексный скалярный и векторный потенциалы.	Л	Выполняет следующие виды работ: решение задач на расчет комплексного скалярного и векторного потенциала.
2	Мультипольные разложения двумерных полей. Дипольные, квадрупольные и секступольные магниты.	Л	Выполняет следующие виды работ: сравнительная таблица свойств и применимости дипольных, квадрупольных и секступольных магнитов.
3	Магниты с нормально-проводящими обмотками. Магнитные материалы. Примеры оптимальных конструкций. Весовые и мощностные характеристики магнитов. Проблемы охлаждения обмоток.	Л	Выполняет следующие виды работ: решение задач на определение весовых и мощностных характеристик магнитов и их применимости на электрофизических установках

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.1	40	0
: 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				
2	Подготовка к аттестации	ПК-2.В/НА.1,УК-2.2	45	5
: 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:	20	40
Лекция:	20	40
Зачет:	10	20

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

Таблица 4.2

Коды компетенций	**Индикаторы достижения компетенций**	**Формы контроля**
		Зачет
ПК-2.В/НА	ПК-2.В/НА 1. Знает методики обработки и анализа результатов расчетных исследований и экспериментальных измерений и составления отчетов по выполненным этапам работ	+
УК-2	УК-2 2. Знает этапы жизненного цикла проекта	+

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

5. Литература

Основная литература

1. Сушков, А. Д. Вакуумная электроника. Физико-технические основы : учебное пособие / А. Д. Сушков. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 464 с. — ISBN 5-8114-0530-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/210209 (дата обращения: 22.03.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Сорокин, В. С. Материалы и элементы электронной техники. Проводники, полупроводники, диэлектрики : учебник / В. С. Сорокин, Б. Л. Антипов, Н. П. Лазарева. — 2-е изд., испр. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 448 с. — ISBN 978-5-8114-2003-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/212135 (дата обращения: 22.03.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Чередниченко, И. В. Магнитотвердые материалы. Постоянные магниты. Магнитные системы : Учебно-методическое пособие / И. В. Чередниченко. — Москва : РТУ МИРЭА, 2024. — 218 с. — ISBN 978-5-7339-2359-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/457097 (дата обращения: 04.05.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Дополнительная литература

1. CAS – CERN Accelerator School: specialised course on Magnets, CAS 2009 / D. Brandt (ed.). – Geneva : CERN, 2010. – 494 p. – (CERN Accelerator School). – Online access: http://cdsweb.cern.ch/record/1158462?ln=ru. – Title from title screen.

2. Крылова, М. В. Исследование и контроль композиционных сверхпроводящих материалов : учебное пособие / М. В. Крылова, Е. А. Дергунова, С. А. Тюрина. — Москва : РТУ МИРЭА, 2022 — Часть 1 — 2022. — 43 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/311432 (дата обращения: 22.03.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Интернет-ресурсы

1. Швейцарский научный центр CERN : веб-сайт. – URL: https://home.cern/ (дата обращения: 06.06.2023). – Текст : электронный.

2. Сборник руководств программы ANSYS. – URL: http://cit.bsau.ru/netcat_files/File/CIT/manuals/ANSYS.pdf (дата обращения: 16.06.2023). – Текст : электронный.

6. Методическое и программное обеспечение, информационные технологии

6.1 Методическое обеспечение

1. 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 Программа автоматизации научно-технических вычислений MathWorks MATLAB

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