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
Лазеры на свободных электронах

Образовательная программа: 03.04.02 Физика, магистерская программа: Экспериментальная физика

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.	23
4	Лекции, час.	16
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.	18
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-1.В/НА Способен разрабатывать направления фундаментальных и прикладных научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок по совершенствованию ядерно-энергетических технологий
	ПК-1.В/НА. 2 Знает основы руководства персоналом и проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ
Универсальные компетенции	УК-4 Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия
	УК-4. 1 Знает современные коммуникативные технологии, применяемые для академического и профессионального 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-1.В/НА. 2 Знает основы руководства персоналом и проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ	
знать особенности работы магнитов разного типа (вигглеры, ондуляторы), излучение релятивистских электронов в магнитных периодических структурах, понятие "лазер на свободных электронах", принципы работы лазера на свободных электронах	Лекции; Самостоятельная работа
УК-4. 1 Знает современные коммуникативные технологии, применяемые для академического и профессионального взаимодействия	
знать о современных технологиях, используемых в лазерах на свободных электронах, о способах и перспективах применения синхротронного излучения в науке и технике	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: Лазеры на свободных электронах					
1. Введение. Закон Кулона и понятие электрического поля. Излучение – следствие конечной скорости распространения возмущения и подтверждение реальности поля	1	4	0	УК-4.1	Лекция
2. Синхротронное излучение	1	0	0	УК-4.1	Лекция
3. Излучение при движении заряда по синусоидальной траектории	1	0	0	УК-4.1	Лекция

4. Движение заряженной частицы в магнитном поле	1	0	0	УК-4.1	Лекция
5. Вигглеры и ондуляторы	2	6	0	ПК-1.В/НА.2,УК-4.1	Лекция
6. Ондуляторное излучение. Ондуляторное излучение и теория относительности	2	0	0	ПК-1.В/НА.2,УК-4.1	Лекция
7. Преобразования Лоренца	1	0	0	УК-4.1	Лекция
8. Спонтанное , вынужденное и когерентное излучения	2	4	0	УК-4.1	Лекция
9. Вынужденное ондуляторное излучение	2	0	0	ПК-1.В/НА.2,УК-4.1	Лекция
10. Простейший ЛСЭ-генератор	1	4	0	УК-4.1	Лекция
11. ЛСЭ в сопровождающей системе отсчета	1	0	0	УК-4.1	Лекция
12. ЛСЭ В ИЯФ	1	0	1	УК-4.1	Лекция

3.1 Практическая подготовка

Таблица 3.2

№	Темы занятий	Формы организации занятий	Содержание практической подготовки (виды работ)
1	Введение. Закон Кулона и понятие электрического поля. Излучение – следствие конечной скорости распространения возмущения и подтверждение реальности поля	Л	Выполняет следующие виды работ: решение задач на применение закона Кулона
2	Вигглеры и ондуляторы	Л	Выполняет следующие виды работ: построение блок-схем работы вигглеров и ондуляторов
3	Спонтанное , вынужденное и когерентное излучения	Л	Выполняет следующие виды работ: классификация видов излучения по параметрам
4	Простейший ЛСЭ-генератор	Л	Выполняет следующие виды работ: построение блок-схемы работы простейшего ЛСЭ-генератора

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	ПК-1.В/НА.2,УК-4.1	43	0
: Аплеснин, С. С. Задачи и тесты по оптике и квантовой механике : учебное пособие / С. С. Аплеснин, Л. И. Чернышова, Н. В. Филенкова. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 336 с. — ISBN 978-5-8114-1231-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/210797 (дата обращения: 23.03.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.				
2	Подготовка к аттестации	ПК-1.В/НА.2,УК-4.1	42	5

: Рябочкина, П. А. Лабораторный практикум по физике лазеров : учебное пособие / П. А. Рябочкина, А. А. Ляпин. — 2-е изд., доп. — Саранск : МГУ им. Н.П. Огарева, 2020. — 96 с. — ISBN 978-5-7103-4095-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/204737 (дата обращения: 23.03.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей. Орловская, Л. В. Волновая и квантовая оптика : учебно-методическое пособие / Л. В. Орловская, Е. В. Иванова, А. В. Орловская. — Москва : ТУСУР, 2018. — 127 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/312956 (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		
Лекция:	40	80
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-1.В/НА	ПК-1.В/НА 2. Знает основы руководства персоналом и проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ		+
УК-4	УК-4 1. Знает современные коммуникативные технологии, применяемые для академического и профессионального взаимодействия		+

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

5. Литература

Основная литература

1. Лазеры: применения и приложения : учебное пособие / А. С. Борейшо, В. А. Борейшо, И. М. Евдокимов, С. В. Ивакин. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 520 с. — ISBN 978-5-8114-2234-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/212447 (дата обращения: 23.03.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Борейшо, А. С. Лазеры: устройство и действие / А. С. Борейшо, С. В. Ивакин. — 4-е изд., испр. — Санкт-Петербург : Лань, 2023. — 304 с. — ISBN 978-5-8114-8994-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/330503 (дата обращения: 04.05.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Павельев, В. С. Оптика лазерных структурированных пучков и ее приложения : учебное пособие / В. С. Павельев. — Самара : Самарский университет, 2025. — 83 с. — ISBN 978 5 7883 2281 0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/517150 (дата обращения: 04.05.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Дополнительная литература

1. 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: 23.03.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Интернет-ресурсы

1. Винокуров Н.А. Лазеры на свободных электронах [Электронный ресурс] / Н.А. Винокуров. - Режим доступа : http://www.inp.nsk.su/chairs/accel/refs/FEL_lections.pdf. - Загл. с экрана.

6. Методическое и программное обеспечение, информационные технологии

6.1 Методическое обеспечение

1. Рябочкина, П. А. Лабораторный практикум по физике лазеров : учебное пособие / П. А. Рябочкина, А. А. Ляпин. — 2-е изд., доп. — Саранск : МГУ им. Н.П. Огарева, 2020. — 96 с. — ISBN 978-5-7103-4095-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/204737 (дата обращения: 23.03.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Орловская, Л. В. Волновая и квантовая оптика : учебно-методическое пособие / Л. В. Орловская, Е. В. Иванова, А. В. Орловская. — Москва : ТУСУР, 2018. — 127 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/312956 (дата обращения: 23.03.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Аплеснин, С. С. Задачи и тесты по оптике и квантовой механике : учебное пособие / С. С. Аплеснин, Л. И. Чернышова, Н. В. Филенкова. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 336 с. — ISBN 978-5-8114-1231-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/210797 (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