Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра электронных приборов

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН РЭФ
к.т.н. Стрельцов С. А.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ПРОСТОЙ НЕКВАЛИФИЦИРОВАННОЙ ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
31.08.2026
Владелец: к.т.н. Стрельцов С. А.
Срок действия: не ограничен
Адрес хранения электронного документа:
https://www.nstu.ru/university/info/sveden/education

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Электродинамика и микроволновая техника источников синхротронного излучения

Образовательная программа: 11.03.04 Электроника и наноэлектроника, профиль: Электронные приборы и устройства

Курс: 3, семестр : 6

Факультет радиотехники и электроники,

		Семестр
№	**Вид деятельности**	**6**
1	Всего зачетных единиц (кредитов)	5
2	Всего часов	180
3	Всего занятий в контактной форме, час.	92
4	Лекции, час.	54
5	Практические занятия, час.	0
6	Лабораторные занятия, час.	16
7	из них в активной и интерактивной форме, час.	18
8	из них практической подготовки, час.	1
9	Аттестация, час.	2
10	Консультации, час.	20
11	Самостоятельная работа, час.	88
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): 11.03.04 Электроника и наноэлектроника

ФГОС введен в действие приказом №927 от 19.09.2017 г. , дата утверждения: 10.10.2017 г.

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

Рабочая программа разработана на основе компетентностной модели выпускника по направлению (специальности): 11.03.04 Электроника и наноэлектроника

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

ЭП, 31.08.2026

Утверждена на совете факультета радиотехники и электроники, протокол № 8 от 31.08.2026

Заведующий кафедрой:

доцент, к.т.н. Семенов А. М.

Ответственный за образовательную программу:

профессор Хрусталев В. А.

1. Внешние требования

Таблица 1.1

Группа	Компетенции
	Индикаторы достижения компетенций
Профессиональные компетенции	ПК-6/НА Способен аргументировано выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения
	ПК-6/НА. 2 Знает методики проведения исследований параметров и характеристик узлов, блоков

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

Таблица 2.1

Индикаторы достижения компетенций	Формы организации занятий
Результаты обучения	
ПК-6/НА. 2 Знает методики проведения исследований параметров и характеристик узлов, блоков	
Знать базовые методы решения прикладных задач в области электродинамики СВЧ	Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
Иметь представление о различных типах направляющих структур, применяемых в технике СВЧ	Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
Знать уравнения Максвелла в интегральной, дифференциальной и комплексной формах; граничные условия для векторов поля; теорему Умова-Пойнтинга в интегральной, дифференциальной и комплексной формах; выражения векторов поля через электродинамические потенциалы;	Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
Знать волновые уравнения Даламбера для потенциалов, условия калибровок Кулона и Лоренца; волновые уравнения для векторов поля; формулы для расчета критической длины волны и длины волны в направляющих структурах; формулы для расчета фазовой и групповой скорости в направляющих структурах;	Лекции; Самостоятельная работа
Знать формулы волновых сопротивлений (ZPI, ZPU, ZUI) прямоугольного волновода для главного типа волны; формулы для расчета резонансной частоты мод Е- и Н-типов в прямоугольном и цилиндрическом резонаторах; формулы для расчета глубины скин-слоя и поверхностного сопротивления металла;	Лекции; Самостоятельная работа
Знать определения собственной, нагруженной и внешней добротностей резонатора; выражение собственной добротности резонатора через интегралы магнитного поля; определение коэффициента связи резонатора с линией передачи; определение коэффициента пролета	Лекции; Самостоятельная работа
Знать телеграфные уравнения для токов и напряжений в длинной линии; выражения волнового сопротивления и постоянной распространения длинной линии через погонные параметры линии; формулы для расчета погонных емкости и индуктивности, волнового сопротивления коаксиальной линии; определения коэффициентов отражения, стоячей волны; связь между ними; формулы для расчета входного сопротивления нагруженного отрезка длинной линии с потерями и без потерь;	Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
Уметь рассчитывать параметры и режимы работы длинных линий передачи	Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
Уметь рассчитывать параметры и режимы работы прямоугольных и круглых волноводов	Лекции; Самостоятельная работа
Уметь рассчитывать параметры и режимы работы объемных резонаторов	Лекции; Самостоятельная работа
Иметь опыт расчета и построения картины электромагнитного поля в прямоугольных и круглых волноводах и резонаторах	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: 6					
Дидактическая единица: Электродинамика					
1. Вектора электромагнитного поля. Материальные уравнения. Система уравнений Максвелла в дифференциальной и интегральной формах для неподвижных сред. Физический смысл уравнений: обобщенный закон полного тока, закон электромагнитной индукции, отсутствие в природе магнитных зарядов, теорема Гаусса.	4	0	0	ПК-6/НА.2	
2. Граничные условия для векторов электромагнитного поля. Баланс энергии электромагнитного поля. Вектор Пойнтинга. Теорема Умова-Пойнтинга.	2	0	0	ПК-6/НА.2	
3. Гармоническое переменное электромагнитное поле. Система уравнений Максвелла в комплексной форме. Комплексные электродинамические потенциалы. Волновые уравнения Даламбера для потенциалов в комплексной форме. Уравнения Гельмгольца для векторов поля. Баланс энергии гармонического электромагнитного поля. Теорема Умова-Пойнтинга в комплексной форме.	4	0	0	ПК-6/НА.2	
4. Переменное электромагнитное поле. Электродинамические потенциалы. Волновые уравнения Даламбера для потенциалов. Калибровка Лоренца. Граничные условия для векторов поля и потенциалов.	2	0	0	ПК-6/НА.2	

5. Продольно-однородные длинные линии передачи - эквивалентное представление сосредоточенными элементами. Телеграфные уравнения. Решение телеграфных уравнений в виде суперпозиции бегущих волн. Постоянная распространения и характеристическое сопротивление.	4	0	0	ПК-6/НА.2	
6. Входное сопротивление нагруженного отрезка длинной линии без потерь. Коэффициент отражения. Коэффициент стоячей волны. Векторная диаграмма токов и напряжений в различных сечениях линии. Круговая диаграмма полных сопротивлений - диаграмма Смита.	4	0	0	ПК-6/НА.2	
7. Многополюсники СВЧ и их матричное описание. Принцип декомпозиции в анализе устройств СВЧ. Матрицы рассеяния и передачи. Анализ многополюсников СВЧ на примере трансформаторов полных сопротивлений, СВЧ мостов, направленных ответвителей, делителей и сумматоров мощности.	4	0	0	ПК-6/НА.2	
8. Согласованные и реактивные нагрузки. Сочленения и разъемы. Повороты и изгибы линий передачи. Переходы между линиями передачи различных типов. Отражающие неоднородности в линиях передачи: диафрагмы, окна, штыри. Аттенюаторы и фазовращатели Переключатели СВЧ. Детекторные головки.	2	0	0	ПК-6/НА.2	
9. Расчет погонных параметров продольно-однородных длинных линий передачи. Линии передачи с малыми потерями.	4	0	1	ПК-6/НА.2	Решение типовых примеров.

10. Волны в продольно-однородных направляющих структурах. Типы волн (ТЕ, ТМ, ТЕМ). Критические частота, длина волны, волновое число. ТЕ и ТМ волны в прямоугольном волноводе. Главный тип волны. Высшие типы волн.	4	0	0	ПК-6/НА.2	
11. Скин-эффект. Граничное условие Леонтовича. Потери мощности в стенках прямоугольного волновода для главного типа волны.	4	0	0	ПК-6/НА.2	
12. Резонатор как отрезок длинной линии. Параметры резонатора. Соотношение между собственной и нагруженной добротностями. Четвертьволновой и полуволновой резонаторы. Резонатор, укороченный емкостью.	4	0	0	ПК-6/НА.2	
13. Волноводные резонаторы. Параметры резонатора. Резонатор, образованный закороченным отрезком прямоугольного волновода. Резонатор, образованный закороченным отрезком круглого волновода.	4	0	0	ПК-6/НА.2	
14. Каскадная схема ускорения и накопления электронов в накопителях-источниках СИ Структура и особенности ВЧ систем источников синхротронного излучения. Назначение основных элементов ВЧ системы источника СИ.	4	0	0	ПК-6/НА.2	
15. Особенности конструкции объемных резонаторов источников СИ с большими средними токами. Подавление высших мод.	4	1	1	ПК-6/НА.2	Решение типовых примеров.

Темы лабораторных работ	Часы	Из них в форме практ. подг., час.	Активные формы, час.	Индикаторы достижения компетенций	Учебная деятельность
Семестр: 6					
Дидактическая единица: Электродинамика					
1. Измерение параметров двух- и четырехполюсников с помощью векторного анализатора цепей	4	0	4	ПК-6/НА.2	Работа с лабораторным оборудованием.

2. Исследование прямоугольного волновода	4	0	4	ПК-6/НА.2	Работа с лабораторным оборудованием.
3. Исследование полого резонатора	4	0	4	ПК-6/НА.2	Работа с лабораторным оборудованием.
4. Измерение и согласование полных сопротивлений	4	0	4	ПК-6/НА.2	Работа с лабораторным оборудованием.

3.1 Практическая подготовка

Таблица 3.2

№	Темы занятий	Формы организации занятий	Содержание практической подготовки (виды работ)
1	Особенности конструкции объемных резонаторов источников СИ с большими средними токами. Подавление высших мод.	Л	Выполняет следующие виды работ: особенности конструкции объемных резонаторов источников СИ с большими средними токами. Подавление высших мод.

3.2 Самостоятельная работа обучающегося

Таблица 3.3

№	Виды самостоятельной работы	Индикаторы достижения компетенций	Часы на выполнение	Часы на консультации
Семестр: 6				
1	Курсовая работа	ПК-6/НА.2	14	5
: Трибендис А. Г. Задачи по теории электромагнитного поля [Электронный ресурс] : сборник задач и упражнений / А. Г. Трибендис ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск, [2009].- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000185272 http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000185272 http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000185272 http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000185272 http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000185272 http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000185272 http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000185272 http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000185272 http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000185272 http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000185272.- Загл. с экрана.				
2	Подготовка к занятиям	ПК-6/НА.2	50	13
: Трибендис А. Г. Задачи по теории электромагнитного поля [Электронный ресурс] : сборник задач и упражнений / А. Г. Трибендис ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск, [2009].- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000185272 http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000185272 http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000185272 http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000185272 http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000185272 http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000185272 http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000185272 http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000185272 http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000185272 http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000185272.- Загл. с экрана.				
3	Подготовка к аттестации	ПК-6/НА.2	24	2
: Трибендис А. Г. Задачи по теории электромагнитного поля [Электронный ресурс] : сборник задач и упражнений / А. Г. Трибендис ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск, [2009].- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000185272 http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000185272 http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000185272 http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000185272 http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000185272 http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000185272 http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000185272 http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000185272 http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000185272 http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000185272.- Загл. с экрана.				

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	Портал НГТУ
Консультирование	Портал НГТУ
Контроль	Портал НГТУ
Размещение учебных материалов	Портал НГТУ

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: 6		
Подготовка к занятиям:	0	
Дополнительная учебная деятельность:	0	
Лабораторная:	20	40
Курсовая работа:	0	20
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-6/НА	ПК-6/НА 2. Знает методики проведения исследований параметров и характеристик узлов, блоков	+	+

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

5. Литература

Основная литература

1. Краснопевцев Е. А. Электродинамика : учебное пособие / Е. А. Краснопевцев ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2018.- 242, [1] с. : ил.- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000238952

Дополнительная литература

1. Пейсахович Ю. Г. Классическая электродинамика : [учебное пособие] / Ю. Г. Пейсахович.- Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2017.- 647, [1] с. : ил.- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000236860

Интернет-ресурсы

1. Электродинамика: взгляд физика : мемориальный сайт К. Б. Канна. – 2009– . – URL: https://electrodynamics.info/ (дата обращения: 16.06.2021). – Текст : электронный.

6. Методическое и программное обеспечение, информационные технологии

6.1 Методическое обеспечение

1. Трибендис А. Г. Задачи по теории электромагнитного поля [Электронный ресурс] : сборник задач и упражнений / А. Г. Трибендис ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск, [2009].- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000185272
http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000185272
http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000185272
http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000185272
http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000185272
http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000185272
http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000185272
http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000185272
http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000185272
http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000185272.- Загл. с экрана.

6.2 Специализированное программное обеспечение

1 Пакет офисных приложений Microsoft Office

2 Пакет офисных приложений Microsoft Office

3 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

Лабораторный стенд

№	Наименование	Назначение
1	ЧАСТОТОМЕР Ч3-34А	Л/р по курсу "Электродинамика и микроволновая техника"
2	ЧАСТОТОМЕР Ч3-54	Л/р по курсу "Электродинамика и микроволновая техника"
3	ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ Я34-87	Л/р по курсу "Электродинамика и микроволновая техника"
4	ИЗМЕРИТЕЛЬ В8-7 отношения напряж.	Л/р по курсу "Электродинамика и микроволновая техника"

5	ГЕНЕРАТОР Г4-76А	Л/р по курсу "Электродинамика и микроволновая техника"
6	ГЕНЕРАТОР Г4-80	Л/р по курсу "Электродинамика и микроволновая техника"