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
01.07.2026
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
Теория электромагнитного поля

Образовательная программа: 03.03.02 Физика, профиль: Биофизика и биотехнологии

Курс: 3, семестр : 5

Физико-технический факультет,

		Семестр
№	**Вид деятельности**	**5**
1	Всего зачетных единиц (кредитов)	3
2	Всего часов	108
3	Всего занятий в контактной форме, час.	87
4	Лекции, час.	36
5	Практические занятия, час.	18
6	Лабораторные занятия, час.	0
7	из них в активной и интерактивной форме, час.	16
8	из них практической подготовки, час.	14
9	Аттестация, час.	2
10	Консультации, час.	31
11	Самостоятельная работа, час.	21
12	Виды самостоятельной работы (курсовой проект, курсовая работа, РГЗ(Р)/реферат, подготовка к контрольной работе)	контр.
13	Вид аттестации	3

Новосибирск 2026

Рабочая программа составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению (специальности): 03.03.02 Физика

ФГОС введен в действие приказом №891 от 07.08.2020 г. , дата утверждения: 24.08.2020 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): 03.03.02 Физика

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

ЭФУиУ, 01.07.2026

Утверждена на совете физико-технического факультета, протокол № 5 от 01.07.2026

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 Способность проводить фундаментальные и прикладные исследования в области биофизики
	ПК-2.В/НА. 2 Имеет представление о ведущих технологиях и методиках в области проведения экспериментальной и научно-исследовательской деятельности в области биофизики
	ПК-2.В/НА. 3 Умеет организовывать и проводить теоретические и практические занятия в области биофизики и биотехнологий

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. 2 Имеет представление о ведущих технологиях и методиках в области проведения экспериментальной и научно-исследовательской деятельности в области биофизики	
иметь представление о том как применять методы расчета электрических и магнитных полей, применять формулы для расчета распространения электромагнитных волн в прямоугольном и круглом волноводе, рассчитывать электростатические поля и потенциалы для простых распределений зарядов, рассчитывать магнитные поля постоянных токов для простых распределений токов, рассчитывать параметры длинных линий передачи, рассчитывать параметры	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
ПК-2.В/НА. 3 Умеет организовывать и проводить теоретические и практические занятия в области биофизики и биотехнологий	
проводить расчет электростатических полей и потенциалов для некоторых сложных распределений зарядов, расчет электрических и магнитных полей постоянных токов для некоторых сложных распределений токов, расчет и построение картины электромагнитного поля в прямоугольных и круглых волноводов и резонаторов, прямоугольных и круглых волноводов и резонаторов	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: 5					
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.	2	0	0	ПК-2.В/НА.2,ПК-2.В/НА.3	Лекция
2. Граничные условия для векторов электромагнитного поля. Баланс энергии электромагнитного поля. Вектор Пойнтинга. Теорема Умова-Пойнтинга. Теорема единственности решения уравнений Максвелла. Принцип суперпозиции.	4	0	0	ПК-2.В/НА.2,ПК-2.В/НА.3	Лекция
3. Уравнения электростатического поля. Электростатический потенциал. Уравнения Пуассона и Лапласа для потенциала. Граничные условия для векторов поля и потенциала в электростатике. Уравнения силовых линий и эквипотенциалей. Энергия и пондеромоторные силы, действующие на проводники, в электростатическом поле.	4	0	0	ПК-2.В/НА.2,ПК-2.В/НА.3	Лекция
4. Уравнения электрического поля постоянных токов в проводящей среде. Граничные условия. Законы Кирхгофа как следствие из уравнений Максвелла.	4	0	0	ПК-2.В/НА.2,ПК-2.В/НА.3	Лекция

5. Магнитное поле постоянных токов. Векторный потенциал магнитного поля. Граничные условия для векторов поля и потенциала. Уравнения Пуассона и Лапласа для потенциала. Аналогия с электростатикой. Общее решение уравнения Пуассона в случае линейных токов. Энергия и пондеромоторные силы, действующие на проводники, в магнитном поле постоянных токов.	4	0	0	ПК-2.В/НА.2,ПК-2.В/НА.3	Лекция
Дидактическая единица: Распространение волн в длинных линиях					
6. Продольно-однородные длинные линии передачи - эквивалентное представление сосредоточенными элементами. Телеграфные уравнения. Решение телеграфных уравнений в виде суперпозиции бегущих волн. Постоянная распространения и характеристическое сопротивление.	2	0	0	ПК-2.В/НА.2,ПК-2.В/НА.3	Лекция
7. 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. Расчет погонных параметров продольно-однородных длинных линий передачи. Линии передачи с малыми потерями.	2	0	0	ПК-2.В/НА.2,ПК-2.В/НА.3	Лекция
Дидактическая единица: Распространение волн в волноводах и резонаторах					
8. Переменное электромагнитное поле. Электродинамические потенциалы. Волновые уравнения Даламбера для потенциалов. Калибровка Лоренца. Граничные условия для векторов поля и потенциалов.	2	0	0	ПК-2.В/НА.2,ПК-2.В/НА.3	Лекция

9. 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.	2	0	0	ПК-2.В/НА.2,ПК-2.В/НА.3	Лекция
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.	2	0	0	ПК-2.В/НА.2,ПК-2.В/НА.3	Лекция
11. Скин-эффект. Граничное условие Леонтовича. Потери мощности в стенках прямоугольного волновода для главного типа волны.	2	0	0	ПК-2.В/НА.2,ПК-2.В/НА.3	Лекция
12. Резонатор как отрезок длинной линии. Параметры резонатора. Соотношение между собственной и нагруженной добротностями. Четвертьволновой и полуволновой резонаторы. Резонатор, укороченный емкостью.	2	0	0	ПК-2.В/НА.2,ПК-2.В/НА.3	Лекция
13. Волноводные резонаторы. Параметры резонатора. Резонатор, образованный закороченным отрезком прямоугольного волновода. Резонатор, образованный закороченным отрезком круглого волновода.	4	0	0	ПК-2.В/НА.2,ПК-2.В/НА.3	Лекция

Темы практических занятий	Часы	Из них в форме практ. подг., час.	Активные формы, час.	Индикаторы достижения компетенций	Учебная деятельность
Семестр: 5					
Дидактическая единица: Электродинамика					

1. Электростатические поля точечного заряда, электрического диполя. Поле системы произвольного числа точечных зарядов - разложение поля по мультиполям.	1	2	2	ПК-2.В/НА.2	Решение задач на разложение поля по мультиполям
2. Электростатические поля заряженной оси, коаксиальной и двухпроводной линий. Электрическая емкость системы заряженных тел.	1	0	2	ПК-2.В/НА.2	Решение типовых примеров.
3. Точечный заряд вблизи плоской границы раздела диэлектриков. Точечный заряд вблизи проводящей сферы. Заряженная ось вблизи диэлектрического цилиндра.	1	2	2	ПК-2.В/НА.2	Решение электростатической задачи методом изображений.
4. Комплексный потенциал. Интеграл Кристоффеля-Шварца. Расчет поля вблизи края плоского конденсатора.	1	2	0	ПК-2.В/НА.2	Решение плоской электростатической задачи методом конформных отображений.
5. Диэлектрический шар в однородном поле.	1	2	0	ПК-2.В/НА.2	Решение электростатической задачи методом разделения переменных.
6. Магнитные поля постоянного тока для оси, круглого проводника конечного диаметра, двухпроводной линии. Граница применения электростатических аналогов. Индуктивность контура с током. Индуктивность двухпроводной линии. Магнитное поле и индуктивность коаксиальной линии. Взаимная индуктивность.	1	0	0	ПК-2.В/НА.2	Решение типовых примеров.
7. Магнитное поле постоянного тока для замкнутого витка - магнитного диполя.	1	0	0	ПК-2.В/НА.2	Решение типовых примеров.
Дидактическая единица: Распространение волн в длинных линиях					
8. Трансформация входного сопротивления вдоль длинной линии. Согласование нагрузки длинной линии при помощи последовательного и параллельного шлейфов.	1	0	2	ПК-2.В/НА.2	Решение типовых примеров.

9. Передача мощности от генератора к нагрузке по длинной линии. Режим передачи максимальной мощности.	2	2	2	ПК-2.В/НА.2	Моделирование передачи мощности от генератора к нагрузке по длинной линии.
10. Распространение узкополосного сигнала по линии передачи со слабой дисперсией. Фазовая и групповая скорости.	2	0	2	ПК-2.В/НА.2	Решение типовых примеров.
Дидактическая единица: Распространение волн в волноводах и резонаторах					
11. Излучение электромагнитного поля вибратором Герца. Запаздывающие потенциалы. Ближняя и дальняя зоны излучения. Сопротивление излучателя.	2	2	2	ПК-2.В/НА.2	Построение диаграммы направленности излучателя.
12. Волновые сопротивления прямоугольного волновода для главного типа волны.	2	2	2	ПК-2.В/НА.2	Расчет параметров эквивалентной длинной линии.
13. ТЕ и ТМ волны в круглом волноводе. Главный тип волны. Высшие типы волн.	2	0	0	ПК-2.В/НА.2	Решение типовых примеров.

3.1 Практическая подготовка

Таблица 3.2

№	Темы занятий	Формы организации занятий	Содержание практической подготовки (виды работ)
1	Электростатические поля точечного заряда, электрического диполя. Поле системы произвольного числа точечных зарядов - разложение поля по мультиполям.	Пр	Выполняет следующие виды работ: решение задач на разложение поля по мультиполям
2	Точечный заряд вблизи плоской границы раздела диэлектриков. Точечный заряд вблизи проводящей сферы. Заряженная ось вблизи диэлектрического цилиндра.	Пр	Выполняет следующие виды работ: решение электростатической задачи методом изображений.
3	Комплексный потенциал. Интеграл Кристоффеля-Шварца. Расчет поля вблизи края плоского конденсатора.	Пр	Выполняет следующие виды работ: решение плоской электростатической задачи методом конформных отображений.
4	Диэлектрический шар в однородном поле.	Пр	Выполняет следующие виды работ: решение электростатической задачи методом разделения переменных.
5	Передача мощности от генератора к нагрузке по длинной линии. Режим передачи максимальной мощности.	Пр	Выполняет следующие виды работ: моделирование передачи мощности от генератора к нагрузке по длинной линии.
6	Излучение электромагнитного поля вибратором Герца. Запаздывающие потенциалы. Ближняя и дальняя зоны излучения. Сопротивление излучателя.	Пр	Выполняет следующие виды работ: построение диаграммы направленности излучателя.
7	Волновые сопротивления прямоугольного волновода для главного типа волны.	Пр	Выполняет следующие виды работ: расчет параметров эквивалентной длинной линии.

3.2 Самостоятельная работа обучающегося

Таблица 3.3

№	Виды самостоятельной работы	Индикаторы достижения компетенций	Часы на выполнение	Часы на консультации
Семестр: 5				
1	Контрольные работы	ПК-2.В/НА.3	20	10
: Электродинамика и распространение радиоволн : учебное пособие / Д. Ю. Муромцев, Ю. Т. Зырянов, П. А. Федюнин, О. А. Белоусов. — 2-е изд., доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 448 с. — ISBN 978-5-8114-1637-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/211646 (дата обращения: 01.03.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.				
2	Подготовка к занятиям	ПК-2.В/НА.2	0	4
: Электродинамика и распространение радиоволн : учебное пособие / Д. Ю. Муромцев, Ю. Т. Зырянов, П. А. Федюнин, О. А. Белоусов. — 2-е изд., доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 448 с. — ISBN 978-5-8114-1637-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/211646 (дата обращения: 01.03.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей. Шехтман И. А. Задачи по теории электромагнитного поля : [учебное пособие для студентов физико-технического факультета] / И. А. Шехтман, В. Д. Шемелин ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 1999. - 17 с. : ил.. - Режим доступа: http://www.library.nstu.ru/fulltext/1999/1152/1.doc				
3	Подготовка к аттестации	ПК-2.В/НА.2	1	17
: Электродинамика и распространение радиоволн : учебное пособие / Д. Ю. Муромцев, Ю. Т. Зырянов, П. А. Федюнин, О. А. Белоусов. — 2-е изд., доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 448 с. — ISBN 978-5-8114-1637-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/211646 (дата обращения: 01.03.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей. Шехтман И. А. Задачи по теории электромагнитного поля : [учебное пособие для студентов физико-технического факультета] / И. А. Шехтман, В. Д. Шемелин ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 1999. - 17 с. : ил.. - Режим доступа: http://www.library.nstu.ru/fulltext/1999/1152/1.doc				

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
Консультирование	e-mail; Портал НГТУ; Социальные сети
Контроль	Портал НГТУ; 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: 5		
Контрольные работы:	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	
		Контр. раб.	Зачет
ПК-2.В/НА	ПК-2.В/НА 2. Имеет представление о ведущих технологиях и методиках в области проведения экспериментальной и научно-исследовательской деятельности в области биофизики	+	+
	ПК-2.В/НА 3. Умеет организовывать и проводить теоретические и практические занятия в области биофизики и биотехнологий	+	+

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

5. Литература

Основная литература

1. Ионов, А. А. Теоретические основы электротехники : учебное пособие / А. А. Ионов. — Самара : СамГУПС, 2022 — Часть 2 : Переходные процессы. Магнитные и электрические цепи с взаимной индуктивностью. Цепи с распределенными параметрами. Теория электромагнитного поля: конспект лекций — 2022. — 179 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/292454 (дата обращения: 00.00.0000). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Батыгин, В. В. Сборник задач по электродинамике и специальной теории относительности : учебное пособие для вузов / В. В. Батыгин, И. Н. Топтыгин. — 5-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2025. — 476 с. — ISBN 978-5-507-51121-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/505359 (дата обращения: 18.05.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Дополнительная литература

1. Филонов, А. А. Общая теория радиолокации и радионавигации. Теория электромагнитного поля : учебник / А. А. Филонов, А. Н. Фомин, В. Н. Тяпкин ; под редакцией А. А. Филонова. — Красноярск : СФУ, 2015. — 218 с. — ISBN 978-5-7638-3391-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/128751 (дата обращения: 27.12.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Шехтман И. А. Задачи по теории электромагнитного поля : [учебное пособие для студентов физико-технического факультета] / И. А. Шехтман, В. Д. Шемелин ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 1999. - 17 с. : ил.. - Режим доступа: http://www.library.nstu.ru/fulltext/1999/1152/1.doc

3. Сборник задач по теории электромагнитного поля : учебное пособие / Ю. А. Кирпичников, Г. П. Корнилов, А. А. Николаев, Т. Р. Храмшин. — Магнитогорск : МГТУ им. Г.И. Носова, 2019. — 293 с. — ISBN 978-5-9967-1549-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/162562 (дата обращения: 10.03.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Интернет-ресурсы

1. Расширение возможностей классической теории электромагнитного поля. – Текст : электронный // Научное обозрение. Физико-математические науки : научный журнал. – 2020. – №1. – Москва. – URL: https://physics-mathematics.ru/ru/article/view?id=92 (дата обращения: 03.04.2023).

2. Фундаментальные исследования : научный журнал / Российская академия естествознания : сайт. – Москва, 2005 –. – ISSN 1812-7339. – URL: https://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=41052 (дата обращения: 11.04.2023). – Текст : электронный.

6. Методическое и программное обеспечение, информационные технологии

6.1 Методическое обеспечение

1. Электродинамика и распространение радиоволн : учебное пособие / Д. Ю. Муромцев, Ю. Т. Зырянов, П. А. Федюнин, О. А. Белоусов. — 2-е изд., доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 448 с. — ISBN 978-5-8114-1637-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/211646 (дата обращения: 01.03.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

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