

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Физико-технический факультет



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Электродинамика и электродинамика сплошных сред

Направление подготовки	03.03.03 Радиоп физика
Направленность (профиль)	Физика и технология радиоэлектронных приборов и устройств
Форма обучения	очная
Квалификация	бакалавр

Краснодар 2026

Рабочая программа дисциплины Электродинамика и электродинамика сплошных сред составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки/ специальности 03.03.03 Радиофизика

Программу составил:

К.А. Лебедев проф. кафедры теоретической физики
и компьютерных технологий, д.ф.–м.н., проф.


ПОДПИСЬ

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры теоретической физики и компьютерных технологий

протокол № 10 от «21» апреля 2026 г.

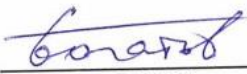
Заведующий кафедрой теоретической физики
и компьютерных технологий В.В. Галуцкий


ПОДПИСЬ

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии физико-технического факультета

протокол №11 от «28» апреля 2026 г.

Председатель УМК факультета Н.М. Богатов


ПОДПИСЬ

Рецензенты:

М.С.,Коваленко кандидат физико-математических наук, доцент кафедры физики и информационных систем

Л.Р. Григорян, генеральный директор ООО НПФ «Мезон» кандидат физико-математических наук

1 Цели и задачи изучения дисциплины.

1.1 Цель дисциплины.

Учебная дисциплина «Электродинамика и электродинамика сплошных сред» ставит своей целью получение базовых навыков подготовки по теории распространения электромагнитных волн в сплошных средах, которые необходимы для дальнейшего освоения профессиональных дисциплин.

1.2 Задачи дисциплины.

Основная задача дисциплины - закрепить знания основных понятий, уравнений и принципов распространения ЭМ волн в однородных и неоднородных средах, основных классов электродинамических задач и математических методов их решения; освоить и знать основные электромагнитные явления и закономерности при распространении, отражении, дифракции и интерференции электромагнитных волн.

1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы.

Учебная дисциплина «Электродинамика и электродинамика сплошных сред» входит в базовую часть цикла общепрофессиональных дисциплин базового учебного плана по направлению подготовки бакалавриата 03.03.03 Радиофизика.

Для успешного изучения дисциплины необходимо знание основ линейной алгебры, математического анализа, векторного и тензорного анализа, теории обыкновенных дифференциальных уравнений и уравнений в частных производных, теории функций комплексной переменной и общего курса физики в объеме курсов университета.

1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующей компетенции в соответствии с ФГОС ВО и ООП по данному направлению подготовки (специальности):

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине (знает, умеет, владеет (навыки и/или опыт деятельности))
УК-2. Способность определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	
ИУК-2.1. Формулирует в рамках поставленной цели совокупность задач, обеспечивающих её достижение	Знает: структуру и логику построения математических моделей, используемых в векторном и тензорном анализе, их возможности и границы применимости для решения физических задач..
ИУК-2.2. Выбирает оптимальные способы решения задач, исходя из имеющихся ресурсов и ограничений	Умеет: выбирать адекватный математический аппарат (векторный или тензорный) для решения конкретной физической задачи, оценивать трудоёмкость и эффективность различных подходов.
ИУК-2.3. Анализирует действующие правовые нормы и ограничения при решении задач профессиональной деятельности	Владеет: Владеет: навыками применения тензорного формализма с учётом существующих ограничений (вычислительных, временных, методологических) при решении прикладных физических задач.
ОПК-2. Способность проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы и информационных технологий	
ИОПК-2.1. Выбирает и применяет современные методы и приборную базу для проведения экспериментальных или теоретических исследований	Знает: Знает: методы векторного и тензорного анализа, применяемые при описании физических полей, сплошных сред, гравитационных явлений и квантовых систем; основы работы с современными программными средствами для тензорных вычислений.
ИОПК-2.2. Использует	Умеет: использовать математический аппарат векторного и

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине (знает, умеет, владеет (навыки и/или опыт деятельности))
информационные технологии для обработки, анализа и представления результатов исследований	тензорного анализа для построения моделей физических процессов; применять численные методы и программные средства для тензорных расчётов.
ИОПК-2.3. Демонстрирует навыки работы с современным физическим и математическим аппаратом при проведении научных исследований	Владеет: практическими навыками использования векторного и тензорного анализа для решения физических задач; навыками работы с компонентами тензоров в различных системах координат; навыками вычисления ковариантных производных и символов Кристоффеля; навыками применения тензорного аппарата к уравнениям Максвелла, уравнениям механики сплошных сред и основным уравнениям теоретической физики; навыками самостоятельного анализа и интерпретации полученных математических результатов с физической точки зрения.
ПК-2. Способность применять методы математического моделирования физических процессов и объектов на основе фундаментальных физических теорий	
ИПК-2.1. Строит математические модели физических процессов и объектов на основе фундаментальных физических теорий	Знает: Знает: фундаментальные физические теории, в которых тензорный аппарат является основным языком описания (механика сплошных сред, гидродинамика, теория поля, общая теория относительности); методы построения математических моделей с использованием тензоров
ИПК-2.2. Использует методы математического моделирования для анализа и прогнозирования физических явлений	Умеет: строить математические модели физических процессов с использованием тензорных объектов; записывать уравнения движения и поля в тензорной форме; проводить аналитические преобразования тензорных выражений.
ИПК-2.3. Анализирует и интерпретирует результаты математического моделирования в контексте физической задачи	Владеет: навыками решения прикладных задач механики и физики с использованием тензорного формализма; навыками анализа и интерпретации полученных тензорных выражений с точки зрения их физического смысла; опытом самостоятельного применения тензорного аппарата к конкретным физическим задачам.

Результаты обучения по дисциплине достигаются в рамках осуществления всех видов контактной и самостоятельной работы обучающихся в соответствии с утверждённым учебным планом. Индикаторы достижения компетенций считаются сформированными при достижении соответствующих им результатов обучения.

2 Структура и содержание дисциплины

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 зач.ед. (144 часа), их распределение по видам работ представлено в таблице.

Виды работ		Всего часов	Форма обучения
			очная
			3 семестр (часы)
Контактная работа, в том числе:		72,2	72,2
Аудиторные занятия (всего):		64	64
занятия лекционного типа		34	34
лабораторные занятия		—	—
практические занятия		34	34
семинарские занятия		—	—
Иная контактная работа:		8,2	8,2
Контроль самостоятельной работы (КСР)		8	8
Промежуточная аттестация (ИКР)		0,2	0,2
Самостоятельная работа, в том числе:		71,8	71,8
Курсовая работа/проект (КР/КП) (подготовка)		—	—
Контрольная работа		—	—
Расчётно-графическая работа (РГР) (подготовка)		—	—
Реферат/эссе (подготовка)		11,8	11,8
Самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиумам и т.д.)		40	40
Подготовка к текущему контролю		20	20
Контроль:			
Подготовка к экзамену		30	30
Общая трудоёмкость	час.	144	144
	в том числе контактная работа	72,2	72,2
	зач. ед.	2	4

2.2 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоёмкости по разделам дисциплины.

Разделы (темы) дисциплины, изучаемые в 5 семестре (очная форма)

№	Наименование разделов (тем)	Всего	Количество часов			
			Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛЗ	
1	Основные понятия электродинамики. Уравнения Максвелла в вакууме и среде	40	10	10	—	20
2	Стационарные электрические и магнитные поля	40	10	10	—	20

№	Наименование разделов (тем)	Всего	Количество часов			
			Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
3	Нестационарное электромагнитное поле	40	10	10	—	20
4	Специальная теория относительности и электродинамика	24	4	4	—	20
	<i>Итого по разделам дисциплины:</i>	144	34	30	—	80
	Контроль самостоятельной работы (КСР)	20				20
	Промежуточная аттестация (ИКР)					
	Подготовка к текущему контролю					
	Общая трудоемкость по дисциплине	144	34	30		100

2.3 Содержание разделов дисциплины:

2.3.1 Занятия лекционного типа

№	Наименование раздела	Содержание раздела (темы)	Форма текущего контроля
1	Основные понятия электродинамики. Уравнения Максвелла в вакууме и среде	Электродинамика как учение об электромагнитном поле и его связи с зарядами и токами. Эволюция представлений: дальное действие и ближнее действие. Опытные факты: закон сохранения заряда, закон Кулона, опыты Эрстеда, Био–Савара, Фарадея, Ампера. Уравнения Максвелла в вакууме и среде (дифференциальная и интегральная форма). Векторы поляризации и намагнитченности. Векторы индукции и напряжённости. Токи поляризации и намагничения. Материальные уравнения. Граничные условия для векторов поля. Сила Лоренца. Плотность энергии и вектор Умова–Пойнтинга. Закон сохранения энергии.	Контрольные вопросы, проверка конспектов
2	Стационарные электрические и магнитные поля	Электростатика: уравнения Пуассона и Лапласа для потенциала. Потенциал распределённых зарядов. Краевые задачи (Дирихле, Неймана). Мультипольное разложение. Поле заряженных проводников. Пондеромоторные силы. Магнитостатика: уравнение Пуассона для векторного потенциала. Закон Био–Савара–Лапласа. Магнитное мультипольное разложение. Сверхпроводимость.	Контрольные вопросы, расчётное задание
3	Нестационарное электромагнитное поле	Волновое уравнение. Плоские волны в изотропных и анизотропных средах. Поляризация волн. Отражение и преломление. Формулы Френеля. Запасывающие потенциалы. Потенциалы Льенара–Вихерта. Излучение. Рассеяние (формула Томпсона). Скин-эффект. Дисперсия и поглощение. Формулы Крамерса–Кронига. Фазовая и групповая скорости. Флуктуации. Элементы нелинейной оптики.	Контрольные вопросы, защита мини-проекта
4	Специальная теория относительности и электродинамика	Преобразования Галилея и Лоренца. Постулаты СТО. Относительность одновременности. Сокращение масштабов. Замедление времени. Четырёхмерные векторы скорости, ускорения, импульса и энергии. Ковариантная запись уравнений Максвелла. Законы преобразования векторов поля. Эффект Доплера и абберация. Законы сохранения энергии и импульса.	Коллоквиум, итоговое тестирование

2.3.2 Занятия семинарского типа (практические)

№	Наименование раздела	Тематика практических занятий	Форма текущего контроля
1	Основные понятия электродинамики. Уравнения Максвелла в вакууме и среде	Решение задач на применение уравнений Максвелла в интегральной и дифференциальной форме. Расчёт полей и токов. Определение векторов поляризации и намагнитченности. Применение граничных условий. Вычисление силы Лоренца. Расчёт плотности энергии и вектора Умова–Пойнтинга.	Проверка задач у доски, выборочная проверка тетрадей, устный опрос
2	Стационарные электрические и магнитные поля	Решение уравнений Пуассона и Лапласа для электростатического потенциала. Постановка краевых задач. Вычисление мультипольных разложений. Расчёт полей заряженных проводников и пондеромоторных сил. Решение уравнения Пуассона для векторного потенциала. Применение закона Био–Савара–Лапласа.	Домашние расчётные работы, устный опрос, проверка индивидуальных заданий
3	Нестационарное электромагнитное поле	Решение волнового уравнения. Исследование плоских волн, поляризации. Применение формул Френеля для отражения и преломления. Расчёт запаздывающих потенциалов. Решение задач на излучение (дипольное приближение). Расчёт скин-эффекта. Применение формул Крамерса–Кронига.	Домашние расчётные работы, устный опрос, проверка индивидуальных заданий
4	Специальная теория относительности и электродинамика	Применение преобразований Лоренца. Расчёт релятивистских эффектов (сокращение масштабов, замедление времени). Работа с четырёхмерными векторами. Ковариантная запись уравнений Максвелла. Преобразование полей. Расчёт эффекта Доплера и абберации. Решение задач на законы сохранения.	Домашние расчётные работы, устный опрос, проверка индивидуальных заданий

Защита лабораторной работы (ЛР), выполнение курсового проекта (КП), курсовой работы (КР), расчетно-графического задания (РГЗ), написание реферата (Р), эссе (Э), коллоквиум (К), тестирование (Т) и т.д.

При изучении дисциплины могут применяться электронное обучение, дистанционные образовательные технологии в соответствии с ФГОС ВО.

2.3.3 Лабораторные занятия.

По дисциплине «Электродинамика и электродинамика сплошных сред» лабораторные занятия не планируются.

2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Курсовые работы не предусмотрены учебным планом

Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

№	Наименование раздела	Виды СРС	Перечень учебно-методического обеспечения
1	Основные понятия электродинамики. Уравнения Максвелла в вакууме и среде	Проработка теоретического материала по уравнениям Максвелла, векторам поля, материальным уравнениям, граничным условиям; подготовка к практическим занятиям; выполнение домашних расчётных задач	1. Сомов А.М., Старостин В.В., Бенеславский С.Д. Электродинамика [Электронный ресурс] : учебное пособие / под ред. А.М. Сомова. — Москва : Горячая линия-Телеком, 2011. — 200 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/5199 . 2. Батыгин В.В., Топтыгин И.Н. Сборник задач по электродинамике и специальной теории относительности [Электронный ресурс] : учебное пособие. — Санкт-Петербург : Лань, 2010. — 480 с.

№	Наименование раздела	Виды СРС	Перечень учебно-методического обеспечения
			— Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/544 . 3. Конспекты лекций, методические указания по решению задач, фонд оценочных средств
2	Стационарные электрические и магнитные поля	Проработка теоретического материала по электростатике, магнитостатике, уравнениям Пуассона и Лапласа; подготовка к практическим занятиям; выполнение расчётно-графических работ	1. Сомов А.М., Старостин В.В., Бенеславский С.Д. Электродинамика [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/5199 . 2. Батыгин В.В., Топтыгин И.Н. Сборник задач по электродинамике и специальной теории относительности [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/544 . 3. Методические рекомендации по решению задач электростатики и магнитостатики
3	Нестационарное электромагнитное поле	Проработка теоретического материала по волновому уравнению, плоским волнам, излучению, дисперсии; подготовка к практическим занятиям; выполнение домашних заданий; подготовка к коллоквиуму	1. Сомов А.М., Старостин В.В., Бенеславский С.Д. Электродинамика [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/5199 . 2. Батыгин В.В., Топтыгин И.Н. Сборник задач по электродинамике и специальной теории относительности [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/544 . 3. Методические указания по решению задач на волны и излучение
4	Специальная теория относительности и электродинамика	Проработка теоретического материала по преобразованиям Лоренца, четырёхмерным векторам, ковариантной записи уравнений Максвелла; подготовка к практическим занятиям; подготовка к тестированию и коллоквиуму	1. Сомов А.М., Старостин В.В., Бенеславский С.Д. Электродинамика [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/5199 . 2. Батыгин В.В., Топтыгин И.Н. Сборник задач по электродинамике и специальной теории относительности [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/544 . 3. Методические рекомендации по решению релятивистских задач и работе с четырёхмерными вект

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла,
- в печатной форме на языке Брайля.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся

3 Образовательные технологии

Для проведения меньшей части лекционных занятий используются мультимедийные средства воспроизведения активного содержимого, позволяющего слушателю воспринимать особенности изучаемой профессии, зачастую играющие решающую роль в понимании и восприятии, а также формировании профессиональных компетенций. Большая часть лекций и практические занятия проводятся с использованием доски и справочных материалов.

По дисциплине проводятся двухчасовые лекционно-практические занятия. При этом в каждом модуле проводятся практические занятия, посвященные решению типовых задач. В процессе практических занятий проводится обсуждение и разбор решений прикладных задач.

Такой инновационный подход позволил внедрить в процесс преподавания учебной дисциплины «Электродинамика и электродинамика сплошных сред» новые средства, формы и активные прогрессивные методы обучения. Используемые технологии способствуют реализации студентами своего личностного, познавательного и творческого потенциала и выполнению учебных и учебно-исследовательских работ по личным траекториям.

4 Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Оценочные средства предназначены для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу учебной дисциплины «Векторный и тензорный анализ».

Оценочные средства включают контрольные материалы для проведения текущего контроля в форме тестовых заданий по отдельным разделам дисциплины, устных опросов на практических занятиях, проверки и защиты домашних расчетных заданий, доклада-презентации по темам рефератов, разноуровневых задач (от репродуктивного уровня до творческого), ситуационных задач, моделирующих прикладные физические проблемы, а также коллоквиумов по наиболее сложным разделам курса, и промежуточной аттестации в форме устного экзамена по билетам, включающим два теоретических вопроса из разных разделов дисциплины и одну практическую задачу.

Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы
Текущий контроль усвоения материала домашних практических заданий по проводится преподавателем устно в форме беседы. Оценка – по 5-ти балльной системе.

4.1 Формы промежуточного контроля— экзамен

Промежуточная аттестация по дисциплине «Векторный и тензорный анализ» проводится в форме устного экзамена в 3 семестре.

Экзамен проводится по **экзаменационным билетам**, каждый из которых включает:

- **два теоретических вопроса** из разных разделов дисциплины;
- **одну практическую задачу** (по материалу практических занятий).

Время подготовки ответа — **30–40 минут**. Ответ на каждый вопрос оценивается отдельно, затем выводится итоговая оценка.

Экзаменационные материалы для промежуточной аттестации (экзамен)

1. Основные понятия электродинамики. Уравнения Максвелла в вакууме и среде 1. Эволюция представлений о взаимодействии электрических зарядов и токов: теории дальнего действия и ближнего действия.

2. Основные опытные факты, на которых базируются уравнения Максвелла: закон сохранения электрического заряда; закон Кулона взаимодействия электрических зарядов, закон БиоСавара-Лапласа, закон электромагнитной индукции Фарадея; отсутствие магнитных зарядов.
3. Вывод закона Ампера для постоянных токов из закона Био-Савара-Лапласа. Условие макроскопичности и закон сохранения электрического заряда в дифференциальной форме; свободные и связанные заряды.
4. Закон Кулона и макроскопическое электрическое поле; интегральная и дифференциальная формы теоремы Гаусса.
5. Закон Ампера для постоянных токов, в дифференциальной форме.
6. Закон электромагнитной индукции Фарадея в дифференциальной форме.
7. Ток смещения и обобщение закона Ампера на нестационарный случай.
8. Уравнения Максвелла в вакууме (дифференциальная и интегральная формы).
9. Векторы электрической поляризации, напряженности и индукции электрического поля в диэлектриках.
10. Векторы намагниченности, напряженности и индукции магнитного поля в магнитных средах (магнетиках).
11. Токи поляризации и намагничивания.
12. Уравнения Максвелла для электромагнитного поля в среде (дифференциальная и интегральная форма).
13. Материальные уравнения линейной электродинамики. Временная и пространственная нелокальность линейного отклика среды на воздействие электромагнитного поля.
14. Частотная и пространственная дисперсия в стационарных и однородных средах.
15. Тензоры диэлектрической, магнитной проницаемости и электропроводности среды. Общие свойства материальных тензоров недиспергирующих и диспергирующих сред, вытекающие из закона сохранения электромагнитной энергии и принципа Онзагера-Казимира.
16. Учет влияния конкретной симметрии среды на вид материальных тензоров (на примере кристаллических сред).
17. Граничные условия для векторов электромагнитного поля (векторная и скалярная формы).
18. Силы, действующие на свободные заряды и токи со стороны электромагнитного поля (плотность силы Лоренца и сила Лоренца);
19. Импульс электромагнитного поля и тензор натяжений Максвелла.
20. Стационарные электрические и магнитные поля
21. Плотность энергии электромагнитного поля и вектор Умова-Пойнтинга; дифференциальная форма закона сохранения электромагнитной энергии.
22. Уравнения Пуассона и Лапласа для электростатического потенциала.
23. Потенциал пространственно распределенных зарядов как решение уравнения Пуассона (случаи ограниченной области и всего пространства).
24. Постановка краевых задач для уравнения Лапласа в ограниченной области (задачи Дирихле и Неймана, смешанная краевая задача).
25. Потенциал статической системы зарядов на больших расстояниях от нее (мультипольное разложение электростатического

потенциала).

26. Поле заряженных проводников.
27. Уравнение Пуассона для векторного потенциала магнитного поля.
28. Вывод закона Био-Савара-Лапласа из решения уравнения Пуассона.
29. Нестационарное электромагнитное поле
30. Волновое уравнение и электромагнитные волны в стационарной однородной среде или вакууме.
31. Плоские электромагнитные волны в изотропных и анизотропных немагнитных средах; основное уравнение кристаллооптики (уравнение нормалей Френеля); поляризация плоских волн.
32. Однородные и неоднородные плоские волны; эффект полного внутреннего отражения на границе раздела изотропных прозрачных сред.
33. Электромагнитное поле заданных зарядов и токов в вакууме; скалярный и векторный потенциалы электромагнитного поля; калибровочная инвариантность полей, калибровка Лоренца.
34. Функция Грина оператора Даламбера и запаздывающие потенциалы.
35. Поле произвольно движущегося заряда; потенциалы Льенара-Вихерта.
36. Рассеяние электромагнитных волн свободными электронами (формула Томпсона).
37. Уравнения Максвелла в квазистационарном случае. Критерии квазистационарности.
38. Скин-эффект.
39. Комплексная диэлектрическая проницаемость. Формулы Крамерса-Кронига (дисперсионные соотношения).
40. Фазовая и групповая скорости в диспергирующей среде.
41. Флуктуации электромагнитного поля (флуктуационно-диссипационная теорема).
42. Волновое и материальное уравнение для нелинейно-оптических сред.
43. Метод медленно меняющихся амплитуд Хохлова; система укороченных уравнений в плосковолновом приближении для процесса генерации второй гармоники первого типа в оптически отрицательных нелинейных кристаллах.
44. Пространственный синхронизм и эффективность процесса генерации второй гармоники; условие фазового согласования волн.
45. Процесс генерации второй гармоники первого типа в приближении заданного поля основного излучения.
46. Специальная теория относительности и электродинамика
47. Принцип относительности Галилея, преобразования Галилея и их инварианты.
48. Гипотеза эфира и попытки обнаружения эфирного ветра: опыты Физо и Майкельсона.
49. Гипотезы Фицджеральда и Лоренца по объяснению отрицательного результата опыта Майкельсона.
50. Постулаты теории относительности.
51. Общие свойства пространства, времени и определение одновременности.
52. Преобразования Лоренца.
53. Общие следствия преобразований Лоренца: относительность одновременности; ограниченность скорости распространения сигналов.

54. Общие следствия преобразований Лоренца: сокращение масштабов; замедление хода движущихся часов.
55. Четырёхмерная геометрическая интерпретация преобразований Лоренца; времениподобные, пространственно-подобные и изотропные интервалы между событиями.
56. Четырёхмерные скорость и ускорение точки.
57. Теорема сложения скоростей.
58. Энергия и импульс релятивистской частицы, четырёхмерный импульс.
59. Закон сохранения электрического заряда в ковариантной форме.
60. Ковариантная запись уравнений электродинамики.
61. Законы преобразования для векторов электромагнитного поля.
62. Законы преобразования волнового вектора и частоты электромагнитной волны (абберация и эффект Доплера для световой волны).

4.2. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Оценка «отлично» ставится студенту, который:

глубоко и полно знает теоретический материал;
свободно владеет терминологией и понятийным аппаратом;
правильно решает практическую задачу с полным обоснованием каждого шага;
логично и последовательно излагает ответ;
демонстрирует понимание физического смысла математических операций.

Оценка «хорошо» ставится студенту, который:

знает теоретический материал в полном объёме;
допускает незначительные неточности в формулировках;
решает практическую задачу с небольшими поправками, самостоятельно их исправляет;
излагает материал грамотно, но с незначительными нарушениями последовательности.

Оценка «удовлетворительно» ставится студенту, который:

в основном знает теоретический материал в объёме, необходимом для дальнейшей учёбы;
усвоил основную литературу;
приводит нечёткие формулировки физических понятий и законов;
решает практическую задачу с помощью наводящих вопросов преподавателя;
допускает существенные погрешности, но демонстрирует понимание основных принципов.

Оценка «неудовлетворительно» ставится студенту, который:

не знает теоретический материал;
не владеет терминологией и понятийным аппаратом;
не может решить практическую задачу даже с помощью преподавателя;
допускает грубые ошибки в ответах на вопросы;
демонстрирует полное отсутствие понимания дисциплины.

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями

здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

- при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;

- при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

- при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся

5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

5.1 Учебная литература:

1. Сомов, А.М. Электродинамика [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.М. Сомов, В.В. Старостин, С.Д. Бенеславский ; под ред. А.М.Сомова. — Электрон. дан. — Москва :

Горячая линия-Телеком, 2011. — 200 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/5199>.

2. Батыгин В.В. Сборник задач по электродинамике и специальной теории относительности [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.В. Батыгин, И.Н. Топтыгин. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2010. — 480 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/544>.

3. Алексеев, А.И. Сборник задач по классической электродинамике [Электронный ресурс]: учебное пособие / А.И. Алексеев. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2008. — 320 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/100>.

4. Бредов М.М. Классическая электродинамика [Электронный ресурс]: учебное пособие / М.М. Бредов, В.В. Румянцев, И.Н. Топтыгин. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: Лань, 2003. — 400 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/606>.

5. Ландау, Л.Д. Теоретическая физика. Т.4 Квантовая электродинамика [Электронный ресурс] : учебное пособие / Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц. — Электрон.дан. — Москва : Физматлит, 2006. — 720 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2237>.

5.2 Периодические издания:

1. Вестник МГУ. Серия: Физика. Астрономия.
2. Журнал прикладной механики и технической физики.
3. Журнал технической физики.
4. Известия ВУЗов. Серия: Физика.
5. Инженерная физика.
6. Успехи физических наук.
7. Физика. Реферативный журнал. ВИНТИ.

Интернет-ресурсы, в том числе современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Электронно-библиотечные системы (ЭБС):

1. ЭБС «ЮРАЙТ» <https://urait.ru/>
2. ЭБС «УНИВЕРСИТЕТСКАЯ БИБЛИОТЕКА ОНЛАЙН» www.biblioclub.ru
3. ЭБС «BOOK.ru» <https://www.book.ru>
4. ЭБС «ZNANIUM.COM» www.znanium.com
5. ЭБС «ЛАНЬ» <https://e.lanbook.com>

Профессиональные базы данных:

1. Web of Science (WoS) <http://webofscience.com/>
2. Scopus <http://www.scopus.com/>
3. ScienceDirect www.sciencedirect.com
4. Журналы издательства Wiley <https://onlinelibrary.wiley.com/>
5. Научная электронная библиотека (НЭБ) <http://www.elibrary.ru/>
6. Полнотекстовые архивы ведущих западных научных журналов на Российской платформе научных журналов НЭИКОН <http://archive.neicon.ru>
7. Национальная электронная библиотека (доступ к Электронной библиотеке диссертаций Российской государственной библиотеки (РГБ) <https://rusneb.ru/>
8. Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина <https://www.prlib.ru/>
9. Электронная коллекция Оксфордского Российского Фонда <https://ebookcentral.proquest.com/lib/kubanstate/home.action>
10. Springer Journals <https://link.springer.com/>
11. Nature Journals <https://www.nature.com/siteindex/index.html>
12. Springer Nature Protocols and Methods <https://experiments.springernature.com/sources/springer-protocols>
13. Springer Materials <http://materials.springer.com/>
14. zbMath <https://zbmath.org/>
15. Nano Database <https://nano.nature.com/>
16. Springer eBooks: <https://link.springer.com/>
17. "Лекториум ТВ" <http://www.lektorium.tv/>
18. Университетская информационная система РОССИЯ <http://uisrussia.msu.ru>

Информационные справочные системы:

1. Консультант Плюс - справочная правовая система (доступ по локальной сети с компьютеров библиотеки)

Ресурсы свободного доступа:

1. Американская патентная база данных <http://www.uspto.gov/patft/>
2. Полные тексты канадских диссертаций <http://www.nlc-bnc.ca/thesescanada/>
3. КиберЛенинка (<http://cyberleninka.ru/>);
4. Министерство науки и высшего образования Российской Федерации <https://www.minobrnauki.gov.ru/>;

5. Федеральный портал "Российское образование" <http://www.edu.ru/>;
6. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" <http://window.edu.ru/>;
7. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов <http://school-collection.edu.ru/>
8. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов (<http://fcior.edu.ru/>);
9. Проект Государственного института русского языка имени А.С. Пушкина "Образование на русском" <https://pushkininstitute.ru/>;
10. Справочно-информационный портал "Русский язык" <http://gramota.ru/>;
11. Служба тематических толковых словарей <http://www.glossary.ru/>;
12. Словари и энциклопедии <http://dic.academic.ru/>;
13. Образовательный портал "Учеба" <http://www.ucheba.com/>;
14. Законопроект "Об образовании в Российской Федерации". Вопросы и ответы http://xn--273--84d1f.xn--plai/voprosy_i_otvety

Собственные электронные образовательные и информационные ресурсы КубГУ:

1. Среда модульного динамического обучения <http://moodle.kubsu.ru>
2. База учебных планов, учебно-методических комплексов, публикаций и конференций <http://mschool.kubsu.ru/>
3. Библиотека информационных ресурсов кафедры информационных образовательных технологий <http://mschool.kubsu.ru/>;
4. Электронный архив документов КубГУ <http://docspace.kubsu.ru/>
5. Электронные образовательные ресурсы кафедры информационных систем и технологий в образовании КубГУ и научно-методического журнала "ШКОЛЬНЫЕ ГОДЫ" <http://icdau.kubsu.ru/>

6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

На самостоятельную работу студентов отводится 80 часов, что составляет 55,6% от общей трудоёмкости дисциплины; рекомендуемые виды самостоятельной работы включают: проработку теоретического материала по конспектам лекций (40 часов), подготовку к практическим занятиям с решением домашних задач (20 часов), написание реферата и подготовку презентации (12 часов) и подготовку к экзамену (8 часов); лекционный материал следует изучать систематически, ведя подробный конспект с выделением основных определений, теорем и формул; практические занятия требуют предварительной подготовки, необходимо прорешивать задачи, предложенные на предыдущем занятии, и разбирать примеры из учебников; самостоятельная работа предполагает работу с основной и дополнительной литературой, включая электронные ресурсы; текущий контроль включает проверку домашних заданий, ответы на контрольные вопросы и защиту реферата; итоговый контроль — экзамен, состоящий из двух теоретических вопросов и одной практической задачи; при работе с литературой рекомендуется использовать основную литературу как фундаментальную базу курса, начиная изучение каждого раздела с этих источников, дополнительную литературу для углубления понимания материала и возможности взглянуть на проблему с разных точек зрения, периодические издания для получения представления о современных научных исследованиях в области векторного и тензорного анализа, а также интернет-ресурсы, расширяющие доступ к литературе и позволяющие оперативно находить необходимую

информацию.

Материально-техническое обеспечение по дисциплине (модулю)

По всем видам учебной деятельности в рамках дисциплины используются аудитории, кабинеты и лаборатории, оснащённые необходимым специализированным и лабораторным оборудованием. При заполнении таблицы учитываются все виды занятий, предусмотренные учебным планом по данной дисциплине: лекции, занятия семинарского типа (практические занятия), а также консультации, текущий контроль и промежуточную аттестацию.

Наименование специальных помещений	Оснащённость специальных помещений	Перечень лицензионного программного обеспечения
Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа (ауд. 211 С)	Мебель: учебная мебель (столы, стулья, доска магнитно-маркерная). Технические средства обучения: переносной проектор, экран, компьютер.	Не требуется
Учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (ауд. 144 С)	Мебель: учебная мебель (столы, стулья, доски магнитно-маркерные — 2 шт.). Технические средства обучения: компьютер, проектор, экран.	Не требуется
Учебные аудитории для проведения лабораторных работ. Лаборатория _____	Лабораторные работы по дисциплине не предусмотрены	—
Учебные аудитории для курсового проектирования (выполнения курсовых работ)	Курсовое проектирование по дисциплине не предусмотрено	—

Помещения для самостоятельной работы обучающихся

Для самостоятельной работы обучающихся предусмотрены помещения, укомплектованные специализированной мебелью, оснащённые компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Наименование помещений для самостоятельной работы обучающихся	Оснащённость помещений для самостоятельной работы обучающихся	Перечень лицензионного программного обеспечения
Помещение для самостоятельной работы обучающихся (читальный зал Научной библиотеки)	Мебель: учебная мебель; комплект специализированной мебели: компьютерные столы. Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi).	Windows 7/10/11; Microsoft Office / LibreOffice; MathCad; Adobe Acrobat Reader
Помещение для самостоятельной работы обучающихся (ауд. 144 С)	Мебель: учебная мебель; комплект специализированной мебели: компьютерные столы. Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации,	Windows 7/10/11; Microsoft Office / LibreOffice; MathCad; Adobe Acrobat Reader; браузер для выхода в Интернет

Наименование помещений для самостоятельной работы обучающихся	Оснащённость помещений для самостоятельной работы обучающихся	Перечень лицензионного программного обеспечения
	веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi).	