



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ**

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ФГБОУ ВО «ИГУ»

Кафедра теоретической радиофизики



Декан _____ Буднев Н.М.

«20» марта 2026 г.

Рабочая программа дисциплины (модуля)

Наименование дисциплины (модуля) **Б1.В.05 Электродинамика**

Направление подготовки **09.03.02 Информационные системы и технологии**

Направленность (профиль) подготовки **Электронный и программный инжиниринг**

Квалификация выпускника **бакалавр**

Форма обучения **очная**

Согласовано с УМК физического факультета

Протокол № 53 от «17» марта 2026 г.

Председатель _____ Буднев Н.М.

Рекомендовано кафедрой радиофизики и радиоэлектроники:

Протокол № 7 от «17» февраля 2026 г.

Зав. кафедрой _____ Колесник С.Н.

Иркутск 2026 г.

Содержание

	стр.
1. Цели и задачи дисциплины (модуля)	3
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП.	3
3. Требования к результатам освоения дисциплины (модуля)	4
4. Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы	5
5. Содержание дисциплины (модуля)	6
5.1 Содержание разделов и тем дисциплины (модуля)	
5.2 Разделы дисциплины (модуля) и междисциплинарные связи с обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами (модулями)	
5.3 Разделы и темы дисциплин (модулей) и виды занятий	
6. Перечень семинарских, практических занятий, лабораторных работ, план самостоятельной работы студентов, методические указания по организации самостоятельной работы студентов.	7
7. Примерная тематика курсовых работ (проектов) (при наличии)	9
8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля) :	9
а) основная литература;	
б) дополнительная литература;	
в) программное обеспечение;	
г) базы данных, поисково-справочные и информационные системы	
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля).	10
10. Образовательные технологии	10
11. Оценочные средства. (ОС).	10

1. Цели и задачи дисциплины (модуля):

Цели дисциплины

Внедрение высоких технологий в инженерную практику предполагает основательное знакомство как с классическими, так и с новейшими методами и результатами физических исследований.

Электродинамика является важной частью создает универсальной базы для изучения общепрофессиональных и специальных дисциплин, вооружает выпускников необходимыми знаниями для решения научно-технических задач в теоретических и прикладных аспектах, знакомит студентов с научными методами познания, позволяет научить их отличать гипотезу от теории, теорию от эксперимента.

Поэтому программа дисциплины «Электродинамика» сформирована таким образом, чтобы дать студентам представление об основных разделах физики электромагнитного поля, познакомить их с наиболее важными экспериментальными и теоретическими результатами. Эта дисциплина должна способствовать проведению демаркации между научным и антинаучным подходом в изучении окружающего мира, позволяет научить строить физические модели происходящего и устанавливать связь между явлениями, прививать понимание причинно-следственной связи между явлениями. Обладая логической стройностью и опираясь на экспериментальные факты, дисциплина «Электродинамика» является идеальной для решения этой задачи, формируя у студентов подлинно научное мировоззрение.

Дисциплина «Электродинамика», способствует ознакомлению студентов с современной физической картиной мира, приобретению навыков экспериментального исследования физических явлений и процессов, изучению теоретических методов анализа физических явлений, обучению грамотному применению положений фундаментальной физики к научному анализу ситуаций, с которыми исследователю и инженеру приходится сталкиваться при создании новой техники и технологий, а также выработке у студентов основ естественнонаучного мировоззрения и ознакомления с историей развития физики и основных её открытий.

Целью освоения курса электродинамики является ознакомление студентов с основными законами теории электромагнитного поля и возможностями их применения при решении задач, возникающих в их последующей профессиональной деятельности.

Задачи дисциплины

- изучение законов теории электромагнитного поля в их взаимосвязи;
- формирование навыков по применению положений теории электромагнитного поля к грамотному научному анализу ситуаций, с которыми исследователю и инженеру приходится сталкиваться при создании новой техники и новых технологий;
- освоение классической физической теории, описывающей электро-магнитные явления в природе, понимание пределов применимости этой теории для решения современных и перспективных технологических задач;
- формирование у студентов основ теории поля;
- ознакомление студентов с историей и логикой развития электродинамики и основных её открытий.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП:

В третьем семестре, изучая основы векторного и тензорного анализа, студенты в достаточной степени овладевают языком, на котором формулируется классическая теория электромагнитного поля, это позволяет излагать ее на высоком уровне математической строгости. Понятия из читаемого позже курса уравнений математической физики - δ -функция Дирака и функция Грина - являются весьма существенными для изложения и даются непосредственно в предлагаемом курсе электродинамики. Как показывает практика, они вполне доступны студентам, изучившим математический анализ и дифференциальные уравнения.

Обсуждение стартует с уравнений Максвелла как аксиом электромагнитной теории (считается, что студенты знакомы с ними "в первом приближении" из курса общей физики). В то же время все теоретические выкладки доводятся до получения математических формулировок эмпирических законов, послуживших основой для создания системы уравнений Максвелла. Как правило, такие выводы позволяют проследить и обратную логику - от опытных фактов к физическим понятиям и уравнениям теории.

Классическая электродинамика является одной из основополагающих дисциплин в подготовке физика, без ее глубокого понимания невозможно освоение разделов физики, связанных с конкретной специализацией.

3. Требования к результатам освоения дисциплины (модуля):

Процесс освоения дисциплины направлен на формирование компетенций в соответствии с КРМ ТОП ИТ и ОПОП ВО по направлению подготовки **09.03.02 Информационные системы и технологии**.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Компетенция	Индикаторы компетенций	Результаты обучения
ПК1. ИТК-2. Способен выполнять расчет антенн и СВЧ устройств в телекоммуникационных системах и проводить моделирование отдельных частей радиоэлектронных средств	ПК1.ИТК-2.2. Формулирует физические основы принципа распространения радиоволн	ПК1.ИТК-2.2. 3-1. Знает специальную теорию относительности, теорию движения заряда в электромагнитном поле, уравнения Максвелла и методы их решения. ПК1.ИТК-2.2. 3-2. Знает описание электромагнитных полей и полей движущихся зарядов. ПК1.ИТК-2.2. 3-3. Знает основные методы описания и уравнения электромагнитных полей в средах. ПК1.ИТК-2.2. У-1. Умеет решать практические задачи по основным разделам электродинамики и проводить моделирование в САПР.

4. Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы (разделяется по формам обучения)

Вид учебной работы	Всего часов / зачетных единиц	Семестры			
		4	-	-	-
Аудиторные занятия (всего)	108/3	108/3	-	-	-
В том числе:	-	-	-	-	-
Лекции	54/1.5	54/1.5	-	-	-
Практические занятия (ПЗ)	-	-	-	-	-
Семинары (С)	54/1.5	54/1.5	-	-	-
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-	-	-
Самостоятельная работа (всего)	9/0.25	9/0.25	-	-	-
В том числе:	-	-	-	-	-
Курсовой проект (работа)	-	-	-	-	-
Расчетно-графические работы	-	-	-	-	-
Реферат (при наличии)	-	-	-	-	-
<i>Домашние контрольные работы</i>	9/0.25	9/0.25	-	-	-
Вид промежуточной аттестации экзамен	27/0.75	27/0.75	-	-	-
Общая трудоемкость	часы	144	-	-	-
	зачетные единицы	4	-	-	-

5. Содержание дисциплины (модуля)

5.1. Содержание разделов и тем дисциплины (модуля). Все разделы и темы нумеруются.

Тема 1 Электростатика Уравнение Пуассона, функция Грина, закон Кулона.

Разложение потенциала электростатического поля по мультиполям.

Энергия системы зарядов во внешнем поле.

Тема 2 Магнитостатика Уравнение для векторного потенциала стационарного тока, его решение, закон Био-Савара-Лапласа.

Сила Лоренца, закон Ампера для взаимодействия двух токов, электродинамическая постоянная.

Магнитный дипольный момент и векторный потенциал системы токов.

Сила и момент силы, действующие на магнитный диполь во внешнем поле.

Тема 3 Динамические уравнения Максвелла Закон электромагнитной индукции Фарадея, закон сохранения заряда, ток смещения Максвелла для зависящих от времени полей.

Сохранение энергии в электродинамике. Вектор Пойнтинга.

Калибровочная инвариантность, уравнения для потенциалов.

Тема 4 Электромагнитные волны: Волновое уравнение для полей и потенциалов и его решение, поперечность электромагнитных волн, вектор Пойнтинга.

Плоские монохроматические волны, поляризация.

Тема 5 Основы теории излучения Функция Грина для оператора Даламбера, запаздывающие потенциалы.

Потенциалы Лиенара-Вихерта, Электромагнитное поле ускоряемого точечного заряда. Угловое распределение интенсивности излучения, формула Лармора.

Ближняя, индуцированная и волновая зоны поля излучения нерелятивистской системы зарядов, поле в ближней зоне.

Поле в волновой зоне, электрическое дипольное и магнитное дипольное излучение, поляризация и мощность.

Тема 6 Релятивистская формулировка электродинамики Специальная теория относительности: опытные факты, постулаты Эйнштейна, преобразования Лоренца. Четырехвекторы и четырехтензоры. Четырехмерный потенциал. Тензор электромагнитного поля. Уравнения Максвелла в ковариантной форме. Закон преобразования компонент электромагнитного поля.

Содержание указывается в дидактических единицах, которые должны быть утверждены решением кафедры.

5.2 Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

№ п/п	Наименование обеспечиваемых дисциплин	№ № тем данной дисциплины, необходимых для изучения обеспечиваемых дисциплин (вписываются разработчиком)								
1.	Оптика	Тема 4	Тема 5							
2.	Квантовая механика	Тема 2	Тема 3	Тема 4	Тема 5	Тема 6				
3.	Дисциплины по специальности	Тема 1	Тема 2	Тема 3	Тема 4	Тема 5	Тема 6			

5.3. Разделы и темы дисциплин (модулей) и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела	Наименование темы	Виды занятий в часах					
			Лекц.	Практ. зан.	Семин	Лаб. зан.	СРС	Всего
1	Электростатика		7		7		3	17
2	Магнитоста-		7		7		-	14

	тика							
3	Динамические уравнения Максвелла		10		10		3	23
4	Электромагнитные волны		8		8		3	19
5	Основы теории излучения		12		12			12
6	Релятивистская формулировка электродинамики		10		10			12
	Итого		54		54		9	117

6. Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ

№ п/п	№ раздела и темы дисциплины (модуля)	Наименование семинаров, практических и лабораторных работ	Трудоемкость (часы)	Оценочные средства	Формируемые компетенции
1	2	3	4	5	6
1.	1	Уравнение Пуассона	2	Оценка устных ответов, оценка работы у доски, выполнение контрольных работ, оценка домашней работы.	ПК1. ИТК-2.
2.	1	Функция Грина	2		ПК1. ИТК-2.
3.	1	закон Кулона	2		ПК1. ИТК-2.
4.	1	Разложение потенциала электростатического поля по мультиполям	2		ПК1. ИТК-2.
5.	2	Уравнение для векторного потенциала стационарного тока	2		ПК1. ИТК-2.
6.	2	Решение уравнения для вектор-	2		ПК1. ИТК-

		ного потенциала			2.
7.	2	Закон Био-Савара-Лапласа	2		ПК1. ИТК-2.
8.	2	Магнитный дипольный момент и векторный потенциал системы токов	2		ПК1. ИТК-2.
9.	3	Закон электромагнитной индукции Фарадея	2		ПК1. ИТК-2.
10.	3	Закон сохранения заряда, ток смещения Максвелла для зависящих от времени полей	2		ПК1. ИТК-2.
11.	3	Сохранение энергии в электродинамике. Вектор Пойнтинга	2		ПК1. ИТК-2.
12.	3	Калибровочная инвариантность, уравнения для потенциалов.	2		ПК1. ИТК-2.
13.	4	Волновое уравнение для полей и потенциалов и его решение	2		ПК1. ИТК-2.
14.	4	Поперечность электромагнитных волн, вектор Пойнтинга.	2		ПК1. ИТК-2.
15.	4	Плоские монохроматические волны	2		ПК1. ИТК-2.
16.	4	Поляризация	2		ПК1. ИТК-2.
17.	5	Функция Грина для оператора Даламбера, запаздывающие потенциалы	2		ПК1. ИТК-2.
18.	5	Потенциалы Лиенара-Вихерта, Электромагнитное поле ускоряемого точечного заряда.	2		ПК1. ИТК-2.
19.	5	Угловое распределение интенсивности излучения, формула Лармора	2		ПК1. ИТК-2.
20.	5	Ближняя, индуцированная и волновая зоны поля излучения нере-	2		ПК1. ИТК-2.

		лятивистской системы зарядов			
21.	5	Поле в волновой зоне, электрическое дипольное и магнитное дипольное излучение	2		ПК1. ИТК-2.
22.	5	Поле в волновой зоне, электрическое дипольное и магнитное дипольное излучение, поляризация и мощность.	2		ПК1. ИТК-2.
23.	6	Специальная теория относительности: опытные факты	2		ПК1. ИТК-2.
24.	6	Постулаты Эйнштейна, преобразования Лоренца	2		ПК1. ИТК-2.
25.	6	. Четырехвекторы и четырехтензоры. Четырехмерный потенциал. Тензор электромагнитного поля.	2		ПК1. ИТК-2.
26.	6	Уравнения Максвелла в ковариантной форме	2		ПК1. ИТК-2.
27.	6	Закон преобразования компонент электромагнитного поля.	2		ПК1. ИТК-2.

6.1. План самостоятельной работы студентов

№ нед.	Тема	Вид самостоятельной работы	Задание	Рекомендуемая литература	Количество часов
1-4	Электростатика	Внеаудиторная, решение задач	2 (задачи параграфов 1,2 гл1)	1, 2	3
5-11	Динамические уравнения Максвелла	Внеаудиторная, решение задач	2 (задачи параграфа 1 гл3)	1,2	3
12-16	Электромагнитные волны:	Внеаудиторная, решение задач	2 (задачи параграфа 1 гл4)	1,2	3

6.2. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

(Описывается организация каждого вида самостоятельной работы студентов, используемого при изучении данной дисциплины).

Основная задача высшего образования заключается в формировании творческой личности специалиста, способного к саморазвитию, самообразованию, инновационной деятельности.

Самостоятельная работа реализуется:

1. Непосредственно в процессе аудиторных занятий - на лекциях, практических и семинарских занятиях, при выполнении лабораторных работ.
2. В контакте с преподавателем вне рамок расписания - на консультациях по учебным вопросам, в ходе творческих контактов, при ликвидации задолженностей, при выполнении индивидуальных заданий и т.д.
3. В библиотеке, дома, в общежитии, на кафедре при выполнении студентом учебных и творческих задач.

Границы между этими видами работ достаточно размыты, а сами виды самостоятельной работы пересекаются. Таким образом, самостоятельная работа студентов может быть как в аудитории, так и вне ее.

В стандартах высшего профессионального образования на внеаудиторную работу отводится не менее половины бюджета времени.

7. Примерная тематика курсовых работ (проектов) (при наличии)

НЕ ПРЕДУСМОТРЕНО

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля):

а) основная литература

1. Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц «Теория поля», 2012.
2. А.А. Алексеев «Сборник задач по классической электродинамике», 2008

б) дополнительная литература

3. Дж. Джексон «Классическая электродинамика», 1965
4. В.В. Батыгин, И.Н. Топтыгин «Сборник задач по электродинамике», 2002
5. Б.В. Мангазеев. Классическая электродинамика (электро- и магнитостатика), 2003, ИГУ, (в библиотеке 50 экз.)
6. Б.В. Мангазеев. Классическая электродинамика (динамические уравнения Максвелла, электромагнитные волны), 2006, ИГУ, (в библиотеке 110 экз.)
7. М.М. Бредов, В.В. Румянцев, И.Н. Топтыгин «Классическая электродинамика», 2003

в) программное обеспечение

не предусмотрено

г) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы _____

базы данных, информационно-справочные и поисковые системы: интернет ресурсы в свободном доступе, на сайте ИГУ www.isu.ru и физического факультета ИГУ. *(перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет" (далее - сеть "Интернет"), необходимых для освоения дисциплины (модуля))*

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля):

При необходимости – мультимедийный проектор, офисное оборудование для оператив-

ного размножения иллюстративного и раздаточного лекционного материала.

10. Образовательные технологии:

На занятиях используется личностно-ориентированный деятельностный подход, проблемно-ориентированное обучение.

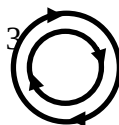
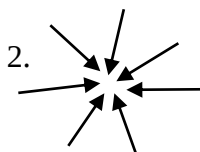
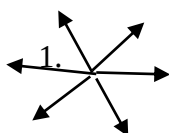
11. Оценочные средства (ОС):

11.1. Оценочные средства для входного контроля:

Не требуются.

11.2. Оценочные средства текущего контроля.

1. Какая из нарисованных конфигураций электростатического поля невозможна?



2. Сила Ампера, действующая на бесконечно малый элемент с током I А в магнитном поле, записывается в виде:

1. $d\vec{F} = I[d\vec{l} \times \vec{B}]$

2. $\vec{F} = q[\vec{v} \times \vec{B}]$

3. $dF = IdlB$

4. $d^2\vec{F} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I_1 I_2 [d\vec{l}_1 \times [d\vec{l}_2 \times \vec{r}_{12}]]}{r_{12}^3}$

3. Запишите буквы, соответствующие уравнениям Максвелла для электростатики

A. $\text{rot}\vec{E} = -\frac{1}{c} \frac{\partial \vec{H}}{\partial t}$	B. $\text{rot}\vec{E} = 0$
C. $\text{div}\vec{E} = 4\pi\rho$	D. $\vec{E} = -\text{grad}\varphi$

4. Вывести уравнение Пуассона $\Delta\varphi = -4\pi\rho$ из уравнений Максвелла для электрического поля в электростатике.

5. Уравнение для векторного потенциала стационарного распределения токов имеет вид:

A. $\text{rot}\vec{A} = 4\pi\vec{j}$	B. $\text{rot}\vec{A} = 0$
C. $\Delta\vec{A} = -4\pi\vec{j}$	D. $\text{graddiv}\vec{A} = \frac{4\pi}{c} \vec{j}$

6. Укажите выражение, которое не соответствует выражению для силы Лоренца

A. $\vec{F} = e\vec{E} + \frac{e}{c} [\vec{v} \times \vec{H}]$	B. $dF = -\frac{2I_1 I_2}{c^2 d} dl$
C. $dF = \rho E dv$	D. $d\vec{F} = \frac{1}{c} [\vec{j} \times \vec{H}] dv$

7. Какое из уравнений Максвелла соответствует закону электромагнитной индукции Фарадея.

A. $\text{div}\vec{E} = 4\pi\rho$	B. $\text{div}\vec{H} = 4\pi\rho$
-----------------------------------	-----------------------------------

C. $\text{rot}\vec{E} = -\frac{1}{c} \frac{\partial \vec{H}}{\partial t}$	D. $\text{rot}\vec{H} = \frac{4\pi}{c} \vec{j} + \frac{1}{c} \frac{\partial \vec{E}}{\partial t}$
---	---

8. Поперечность электромагнитных волн означает

A. поперечная компонента электрического поля волны равна нулю	B. продольная компонента магнитного поля волны равна нулю
C. волна распространяется в направлении поперечном к вектору тока	D. векторы поля перпендикулярны направлению распространения волны

9. Вывести закон сохранения заряда $\text{div}\vec{j} + \frac{\partial \rho}{\partial t} = 0$ из динамических уравнений Максвелла

10. Записать по порядку буквы, соответствующие вектору Пойнтинга и выражению для плотности энергии электромагнитного поля.

A. $\frac{c}{4\pi} \vec{E}\vec{H}$	B. $\frac{E^2 + H^2}{8\pi}$
C. $\frac{c}{4\pi} [\vec{E} \times \vec{H}]$	D. $\frac{E \times H}{8\pi}$

11. Укажите букву для неверного высказывания.

A. Потенциалы Лиенара-Вихерта - это потенциалы движущегося точечного заряда.	B. Запаздывающие потенциалы – это общее решение динамических уравнений Максвелла для потенциалов
C. Основной частью поля излучения нерелятивистской системы является квадрупольное электрическое излучение	D. Ускоряемый точечный заряд теряет энергию на излучение

12. Запишите буквы, соответствующие названиям ближней, промежуточной и дальней зонам для поля нерелятивистской системы.

A. Индукционная	B. Дифракционная
C. Волновая	D. Квазистатическая

13. В уравнениях Максвелла ток смещения соответствует слагаемому

A. $4\pi\rho$	B. $-\frac{1}{c} \frac{\partial \vec{H}}{\partial t}$
C. $\frac{4\pi}{c} \vec{j}$	D. $\frac{1}{c} \frac{\partial \vec{E}}{\partial t}$

14. Какие из уравнений Максвелла сохраняют свой вид в статике

- $\text{div}\vec{E} = 4\pi\rho$, (A)
- $\text{rot}\vec{E} = -\frac{1}{c} \frac{\partial \vec{H}}{\partial t}$, (B)
- $\text{div}\vec{H} = 0$, (C)
- $\text{rot}\vec{H} = \frac{4\pi}{c} \vec{j} + \frac{1}{c} \frac{\partial \vec{E}}{\partial t}$, (D)

15. Перечислите уравнения Максвелла, из которых вытекают соответственно: закон электромагнитной индукции Фарадея, отсутствие магнитных зарядов, закон сохранения электрического заряда

$$\operatorname{div} \vec{E} = 4\pi\rho, \quad (A)$$

$$\operatorname{rot} \vec{E} = -\frac{1}{c} \frac{\partial}{\partial t} \vec{H}, \quad (B)$$

$$\operatorname{div} \vec{H} = 0, \quad (C)$$

$$\operatorname{rot} \vec{H} = \frac{4\pi}{c} \vec{j} + \frac{1}{c} \frac{\partial}{\partial t} \vec{E}, \quad (D)$$

11.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации (в форме экзамена или зачета).

Материалы для проведения текущего и промежуточного контроля знаний студентов:

№ п\п	Вид контроля	Контролируемые темы (разделы)	Компетенции, компоненты которых контролируются
1.	Проверка решений задач	Электростатика	ПК1. ИТК-2.
2.	Контрольная работа, проверка решений задач	Магнитостатика	ПК1. ИТК-2.
3.	Контрольная работа, проверка решений задач, собеседование по теме	Динамические уравнения Максвелла	ПК1. ИТК-2.
4.	Проверка решений задач	Электромагнитные волны:	ПК1. ИТК-2.

Демонстрационный вариант контрольной работы №1
Из сборника [4]

69. Бесконечная плоская плита толщиной a равномерно заряжена по объему с плотностью ρ . Найти потенциал φ и напряженность E электрического поля.

84. Рассматривая атомное ядро как равномерно заряженный шар, найти максимальное значение напряженности его электрического поля $E_{\max}$.

Радиус ядра $R = 1,5 \cdot 10^{-13} A^{\frac{1}{3}} \text{ см}$, заряд Ze_0 (A — атомный вес, Z — порядковый номер, e_0 — элементарный заряд).

Демонстрационный вариант контрольной работы №2
Из сборника [2]

139. Можно ли создать в пространстве постоянный электрический ток с объемной плотностью $\mathbf{j} = \mathbf{j}_0 e^{-ar}$, где a — положительная постоянная, а объемная плотность заряда не зависит от времени?

158. Доказать, что магнитный момент $\mu = \frac{1}{2c} \int (\mathbf{r} \times \mathbf{j}) dV$ тока, текущего в пространстве с объемной плотностью $\mathbf{j} = \mathbf{j}(\mathbf{r})$, не зависит от выбора начала координат. Предполагается, что магнитный момент тока имеет конечное значение.

190. Внутри бесконечного цилиндра радиуса R параллельно его оси течет однородный ток с объемной плотностью $\mathbf{j}$. Пользуясь интегральной формой уравнения Максвелла $\oint \mathbf{H} d\mathbf{l} = \frac{4\pi}{c} \int \mathbf{j} d\mathbf{S}$, найти напряженность $\mathbf{H}$ магнитного поля внутри и снаружи цилиндра.

Вопросы и задания к экзамену

Вопросы

1. Основные части и структура классической электродинамики. Уравнения Максвелла.
2. Электростатика:
 - Уравнение Пуассона, функция Грина, закон Кулона.
 - Разложение потенциала электростатического поля по мультиполям.
 - Энергия системы зарядов во внешнем поле.
3. Магнитостатика:
 - Уравнение для векторного потенциала стационарного тока, его решение, закон Био-Савара-Лапласа.
 - Сила Лоренца, закон Ампера для взаимодействия двух токов, электродинамическая постоянная.
 - Магнитный дипольный момент и векторный потенциал системы токов.
 - Сила и момент силы, действующие на магнитный диполь во внешнем поле.
4. Закон электромагнитной индукции Фарадея, закон сохранения заряда, ток смещения Максвелла для зависящих от времени полей.

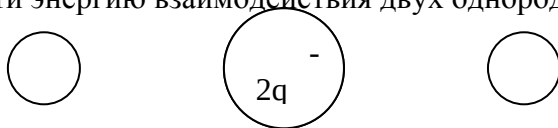
5. Сохранение энергии в электродинамике. Вектор Пойнтинга.
6. Калибровочная инвариантность, уравнения для потенциалов.
7. Электромагнитные волны:
 - Волновое уравнение для полей и потенциалов и его решение, поперечность электромагнитных волн, вектор Пойнтинга.
 - Плоские монохроматические волны, поляризация.
8. Функция Грина для оператора Даламбера, запаздывающие потенциалы.
9. Потенциалы Лиенара-Вихерта, Электромагнитное поле ускоряемого точечного заряда. Угловое распределение интенсивности излучения, формула Лармора.
10. Простейшие излучающие системы:
 - Ближняя, индуцированная и волновая зоны поля излучения нерелятивистской системы зарядов, поле в ближней зоне.
 - Поле в волновой зоне, электрическое дипольное и магнитное дипольное излучение, поляризация и мощность.
11. Специальная теория относительности: опытные факты, постулаты Эйнштейна, преобразования Лоренца.
12. Четырехвекторы и четырехтензоры. Четырехмерный потенциал. Тензор электромагнитного поля. Уравнения Максвелла в ковариантной форме. Закон преобразования компонент электромагнитного поля.

Примеры заданий

1. Найти поле электрического диполя.
2. Найти энергию электростатического поля равномерно заряженного шара.
3. При каком условии электрический дипольный момент не зависит от выбора начала координат. Доказать, что у системы частиц, для которых отношение заряда к массе одинаково, электрическое дипольное излучение отсутствует.
4. Потенциал электростатического поля в атоме водорода имеет вид

$$\phi(r) = \frac{e_0}{a} e^{-\frac{2r}{a}} \left(\frac{a}{r} + 1 \right), \text{ где } e_0, a - \text{постоянные. Найти распределение заряда } \rho(r).$$

5. Найти вектор-потенциал однородного магнитного поля.
6. Найти поле однородно заряженного шара.
7. Доказать, что магнитный момент постоянного тока, текущего в ограниченной области пространства не зависит от выбора начала координат.
8. Найти энергию взаимодействия двух однородно заряженных шаров.



9. Найти потенциал ϕ и поле $\vec{E}$ равномерно заряженного отрезка.
10. Найти поле и потенциал однородно заряженного бесконечного цилиндра.
11. Найти энергию электрического поля равномерно заряженного шара.
12. Определить энергию, теряемую заряженной частицей при пролете через конденсатор.
13. Найти гиромагнитное отношение для равномерно заряженного шара, вращающегося с угловой скоростью ω .
14. Найти поле и потенциал однородно заряженного бесконечного плоского слоя.
15. Найти силу взаимодействия двух прямолинейных бесконечных тонких проводников, приходящуюся на единицу их длины.

16. Найти магнитное поле, создаваемое бесконечным прямолинейным током.
17. Найти магнитное поле магнитного диполя.
18. Найти магнитное поле тонкого кольцевого проводника на оси, проходящей через его центр перпендикулярно его плоскости.

Разработчики:

_____	доцент	С.В. Ловцов
(подпись)	(занимаемая должность)	(инициалы, фамилия)

Программа рассмотрена на заседании кафедры _____
(наименование)

«17» февраля 2026 г. Протокол № 7

Зав.кафедрой _____ Ловцов С.В.

Настоящая программа не может быть воспроизведена ни в какой форме без предварительного письменного разрешения кафедры-разработчика программы.