

Санкт-Петербургский государственный университет

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

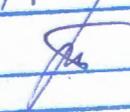
Электричество и магнетизм
Electricity and Magnetism

Язык(и) обучения

русский

Трудоемкость в зачетных единицах: 7

Регистрационный номер рабочей программы: 000288

Рабочая программа
утверждена в составе
учебного плана
№ 17/5011/1 17/5013/1

ЗАМЕСТИТЕЛЬ
НАЧАЛЬНИКА УОП
Т. В. ФРОЛОВА

Раздел 1. Характеристики учебных занятий

1.1. Цели и задачи учебных занятий

Формирование материалистического мировоззрения, ознакомление с научными подходами анализа природных явлений, ознакомление с теорией электромагнетизма и ее практическими применениями.

1.2. Требования подготовленности обучающегося к освоению содержания учебных занятий (пререквизиты)

Векторный анализ, дифференциальное и интегральное исчисление, механика.

1.3. Перечень результатов обучения (learning outcomes)

Понимание экспериментальных законов и теоретических принципов, лежащих в основе научных представлений об электрическом и магнитном полях. Представление о наиболее важных в плане практического применения электромагнитных явлениях и устройствах.

1.4. Перечень и объём активных и интерактивных форм учебных занятий

ответы на вопросы студентов и консультации (2 часа),

коллоквиум (2 часа)

практические занятия (50 часов),

контрольные работы (8 часов)

зачет (2 часа)

устный экзамен (2 часа)

Раздел 2. Организация, структура и содержание учебных занятий

2.1. Организация учебных занятий

Углублённый курс

Трудоёмкость, объёмы учебной работы и наполняемость групп обучающихся																		
Код модуля в составе дисциплины, практики и т.п.	Контактная работа обучающихся с преподавателем											Самостоятельная работа				Форм учебных занятий	Трудоёмкость	
	лекции	семинары	консультации	практические занятия	лабораторные работы	контрольные работы	коллоквиумы	текущий контроль	промежуточная аттестация	итоговая аттестация	под руководством преподавателя	в присутствии преподавателя	сам. раб. с использованием методических материалов	текущий контроль (сам.раб.)	промежуточная аттестация (сам.раб.)			итоговая аттестация (сам.раб.)
ОСНОВНАЯ ТРАЕКТОРИЯ																		
Форма обучения: очная																		
Семестр 3	60		2	50		8	2		4				63	25	38		66	7
	2-100		2-100	10-25		10-25	2-100		2-100				1-1	1-1	1-1			
ИТОГО	60		2	50		8	2		4				63	25	38			7

Виды, формы и сроки текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации						
Код модуля в составе дисциплины, практики и т.п.	Формы текущего контроля успеваемости		Виды промежуточной аттестации		Виды итоговой аттестации (только для программ итоговой аттестации и дополнительных образовательных программ)	
	Формы	Сроки	Виды	Сроки	Виды	Сроки
ОСНОВНАЯ ТРАЕКТОРИЯ						
Форма обучения: очная						
Семестр 3			зачёт, устно, традиционная форма, экзамен, устно, традиционная форма	по графику промежуточной аттестации, по графику промежуточной аттестации		

2.2. Структура и содержание учебных занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела, части)	Вид учебных занятий	Количество часов
1	Электростатика вакуума	лекции	8
		практические занятия	7
		контрольная работа	1
		по методическим материалам	8
2	Проводники в электростатическом поле	лекции	6
		практические занятия	5
		контрольная работа	1
		по методическим материалам	6
3	Электростатика диэлектриков	лекции	10
		практические занятия	9
		контрольная работа	1
		по методическим материалам	10
4	Постоянный электрический ток	лекции	4
		практические занятия	3
		контрольная работа	1
		по методическим материалам	4
5	Текущий контроль успеваемости в форме коллоквиума	Коллоквиум	2
		с.р. (текущий контроль)	7
6	Магнитостатика вакуума	лекции	6
		практические занятия	5
		контрольная работа	1
		по методическим материалам	5
7	Магнитостатика в веществе	лекции	5
		практические занятия	4
		контрольная работа	1
		по методическим материалам	5
8	Квазистационарные электромагнитные поля	лекции	5
		практические занятия	3
		контрольная работа	0,5
		по методическим материалам	5
9	Электрические цепи переменного тока	лекции	7
		практические занятия	7
		контрольная работа	1
		по методическим материалам	7
10	Диамагнетики, парамагнетики, ферромагнетики, сверхпроводники	лекции	5
		практические занятия	3
		контрольная работа	0,5
		по методическим материалам	4
11	Зачет	промежуточная аттестация (аудиторная)	2
		промежуточная аттестация (самостоятельная)	3
12	Экзамен	промежуточная аттестация (аудиторная)	2
		промежуточная аттестация (самостоятельная)	23

Раздел 3. Обеспечение учебных занятий

3.1. Методическое обеспечение

3.1.1 Методические указания по освоению дисциплины

Не предусмотрено

3.1.2 Методическое обеспечение самостоятельной работы

Не предусмотрено

3.1.3 Методика проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации и критерии оценивания

Методика проведения контрольных работ

Контрольная работа состоит из нескольких задач по определенным темам. Количество задач зависит от номера контрольной работы. Полностью не решенные задачи не зачитываются. Частично не решенная задача (пометка «+»), может быть зачтена после собеседования с преподавателем.

Методика проведения зачета

Зачет выставляется по результатам работы в семестре на зачетном занятии (последнее занятие по расписанию).

Для получения отметки «зачтено» необходимо, чтобы были зачтены задачи по всем темам.

На зачетном занятии обучающемуся предоставляется возможность решить задачи по всем темам, которые не были зачтены в результате проведения текущих контрольных работ.

Вторая и третья (с комиссией) попытка сдачи зачета по процедуре проведения аналогична зачетному занятию. При сдаче зачета с комиссией работа проверяется не одним, а тремя преподавателями.

Методика проведения текущего контроля успеваемости в форме коллоквиума

На подготовку к коллоквиуму выделяется один день. Коллоквиум проводится в форме устного ответа по билетам. Билет содержит два вопроса. На подготовку к ответу отводится не менее 1 академического часа. После ответа на основные вопросы билета, преподаватель вправе задать дополнительные вопросы по любой теме из списка вопросов, вынесенных на коллоквиум. В качестве дополнительных, используются вопросы, не требующие длительного вывода и трудоемких вычислений, в том числе определения, основные формулы, основные графики. Так же в качестве дополнительного вопроса может быть предложена задача по следующим темам. «Поля симметричных распределений зарядов. Применение теоремы Гаусса», «Электростатический метод изображений для плоских и сферических проводников», «Уравнения Кирхгофа».

За ответ выставляется оценка «не удовлетворительно», «удовлетворительно», «хорошо», «отлично».

В случае получения оценки «не удовлетворительно», билет с вопросами к коллоквиуму выносится на экзамен. В остальных случаях обучающийся имеет право пересдать билет коллоквиума по желанию, о чем следует заявить преподавателю в момент выдачи билетов на экзамене. При ответе на экзамене билетов коллоквиума и экзамена, время на подготовку устного ответа увеличивается до 2 академических часов.

Методика проведения экзамена

Экзамен проводится в устной форме. Билет состоит из 2 частей и содержит 4 вопроса, 2 вопроса из списка вопросов к коллоквиуму и 2 вопроса из списка вопросов к экзамену. Каждая часть оценивается отдельно. При успешной сдаче коллоквиума, обучающемуся может быть зачтена оценка за первые 2 вопроса, и тогда на подготовку к ответу в аудитории отводится не менее 1 академического часа.

В случае получения оценки «неудовлетворительно» на коллоквиуме (или при желании обучающегося передать коллоквиум), по желанию обучающегося билеты могут быть выданы последовательно (билет коллоквиума, перерыв с возможностью выйти из аудитории, билет экзамена из 2 вопросов) или одновременно. При одновременном получении билетов коллоквиума и экзамена, время на подготовку устного ответа увеличивается до 2 академических часов. При последовательном получении билетов на подготовку к каждому из них отводится по 1 академическому часу.

После ответа на основные вопросы билета, преподаватель вправе задать дополнительные вопросы по любой теме из списка вопросов, вынесенных на экзамен (коллоквиум). В качестве дополнительных, используются вопросы, не требующие длительного вывода и трудоемких вычислений, в том числе определения, основные формулы, основные графики. Так же в качестве дополнительного вопроса может быть предложена задача по следующим темам: «Поля симметричных токов. Применение теоремы о циркуляции магнитного поля», «Закон индукции Фарадея», «Переменные токи».

За ответ по каждой части билета выставляется оценка «не удовлетворительно», «удовлетворительно», «хорошо», «отлично».

В случае получения оценки «неудовлетворительно» по одной из частей, за экзамен ставится оценка «неудовлетворительно».

В остальных случаях, оценка за экзамен выставляется в соответствии со следующей таблицей:

Оценка за часть 1 (коллоквиум)	Оценка за часть 2	Оценка за экзамен
3	3	3
3	4	4
3	5	4
4	3	3
5	3	4
4	4	4
4	5	5
5	4	4
5	5	5

Критерии выставления оценок за ответ на коллоквиуме (часть 1) и экзамене (часть 2)

Оценка «отлично» выставляется, если выполняются оба условия:

1. обучающимся даны полные исчерпывающие ответы по всем вопросам билета, обучающийся свободно ориентируется в материале;
2. обучающийся отвечает на все дополнительные вопросы.

Оценка «хорошо» выставляется, если выполняются оба условия

1. обучающимся дан полный ответ на один из вопросов билета, по второму вопросу написаны все определения, основные формулы и графики (в случае наличия);
2. обучающийся отвечает более чем на 3/4 дополнительных вопросов.

Оценка «удовлетворительно» выставляется, если выполняются оба условия

1. по обоим вопросам написаны все основные определения, формулы и графики (в случае наличия);
2. обучающийся дает правильный ответ более чем на половину заданных дополнительных вопросов.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется, если не выполняются условия для получения оценок «отлично», «хорошо» и «удовлетворительно».

3.1.4 Методические материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации (контрольно-измерительные материалы, оценочные средства)

Темы и перечень контрольных работ

Контрольная работа №1 (2 часа)

Проводится по разделам «Электростатика вакуума» и «Проводники в электростатическом поле»

Содержит 3-4 задачи по следующим темам

Типовые задачи см. в задачниках из списка литературы (пп. 3,4) в соответствующих разделах.

Контрольная работа №2 (2 часа)

Проводится по разделам «Электростатика диэлектриков» и «Постоянный электрический ток»

Содержит 3-4 задачи по следующим темам:

Типовые задачи см. в задачниках из списка литературы (пп. 3,4) в соответствующих разделах.

Контрольная работа №3 (2 часа)

Проводится по разделам «Магнитостатика вакуума» и «Магнитостатика в веществе»

Содержит 3-4 задачи по следующим темам

Типовые задачи см. в задачниках из списка литературы (пп. 3,4) в соответствующих разделах.

Контрольная работа №4 (2 часа)

Проводится по разделам «Квазистационарные электромагнитные поля», «Электрические цепи переменного тока» и «Диамагнетики, парамагнетики, ферромагнетики, сверхпроводники»

Содержит 3-4 задачи по следующим темам:

Типовые задачи см. в задачниках из списка литературы (пп. 3,4) в соответствующих разделах.

Примерный список вопросов для текущего контроля в форме коллоквиума

По теме «1. Электростатика вакуума»

1. Закон Кулона. Принцип суперпозиции. Дискретность заряда. Закон сохранения заряда. Напряженность электрического поля E . Электростатическое поле E произвольного распределения неподвижных зарядов. Линии поля E . Поток вектора E . Электростатическая теорема Гаусса. Теорема Ирншоу.
2. Работа по перемещению заряда во внешнем электростатическом поле. Потенциальность кулоновских сил. Теорема о циркуляции поля E . Потенциальная энергия заряда. Потенциал. Потенциал произвольного распределения зарядов.
3. Связь потенциала и напряженности электростатического поля. Дифференциальная форма электростатической теоремы Гаусса и теоремы о циркуляции поля E . Скачок электрического поля E при переходе через заряженную поверхность. Дифференциальное уравнение для потенциала.
4. Электрическое поле симметричных распределений зарядов. Электрическое поле шара с заданной плотностью заряда. Электрическое поле длинного цилиндра с заданной плотностью заряда. Электрическое поле плоского слоя с заданной плотностью заряда.

По теме «2. Проводники в электростатическом поле»

5. Свойства проводников в электростатическом поле. Формулировка краевой задачи электростатики (без доказательства). Задача Дирихле, задача Неймана, краевая задача с проводниками. Экранирование электростатического поля проводником. Метод изображений для проводящей плоскости и для проводящего заземленного шара.
6. Электрическая емкость уединенного проводника, емкость конденсатора. Емкости плоского, цилиндрического и сферического конденсаторов. Емкость параллельно и последовательно соединенных конденсаторов.
7. Энергия взаимодействия неподвижных зарядов в вакууме. Энергия электрического поля. Объемная плотность энергии. Энергия заряженного конденсатора.
8. Электрический дипольный момент распределения зарядов. Потенциал поля точечного диполя. Простейший электрический диполь. Напряженность поля точечного диполя.
9. Момент сил, действующих на диполь в электрическом поле. Сила, действующая на точечный диполь в электрическом поле. Энергия точечного диполя в электрическом поле.

По теме «3. Электростатика диэлектриков»

10. Поляризация диэлектриков. Связь поляризации среды с распределением связанных зарядов. Два способа вычисления электростатического потенциала, создаваемого поляризованным диэлектриком.
11. Вектор электрического смещения D . Уравнения электростатического поля в диэлектриках (для полей E и D) в дифференциальной, интегральной форме и для границы раздела двух сред. Диэлектрическая восприимчивость и диэлектрическая

- проницаемость среды. Точечный заряд, расположенный в центре диэлектрического шара, создаваемое им электрическое поле E и его потенциал.
12. Электрическое поле заряда, расположенного в центре диэлектрического шара. Электрическое поле заряженной нити, расположенной по оси диэлектрического цилиндра. Емкость плоского конденсатора, заполненного двумя слоями диэлектрика.
 13. Энергия взаимодействия зарядов в присутствии линейных диэлектриков. Энергия электрического поля в линейных диэлектриках, объемная плотность энергии.
 14. Электрические силы в диэлектриках. Приближенное (простейшее) выражение для объемной плотности сил.
 15. Электрическое поле в центре однородно поляризованного шара. Поляризация неполярных диэлектриков. Формула Клаузиуса-Моссотти.
 16. Поляризация полярных газообразных диэлектриков.

По теме «4. Постоянный электрический ток»

17. Постоянный электрический ток. Сила тока, плотность тока, плотность поверхностного тока. Уравнение неразрывности для токов и зарядов. Закон Ома. Сопротивление при последовательном и параллельном соединении проводников. Удельное сопротивление и удельная проводимость.
18. Закон Ома в дифференциальной форме. Сторонние силы. Электродвижущая сила. Закон Ома для участка цепи с учетом сторонних сил.
19. Уравнения Кирхгофа и произвольный пример их использования.
20. Закон Джоуля–Ленца для участка цепи и его обоснование на основе закона сохранения энергии. Закон Джоуля–Ленца в дифференциальной форме с учетом ЭДС.
21. Пьезоэлектрики, пироэлектрики, сегнетоэлектрики. Термопара, эффект Пельтье, эффект Томсона.

Примерный список вопросов для промежуточной аттестации в форме экзамена

По теме «5. Магнитостатика вакуума»

22. Постоянное магнитное поле. Закон Ампера и сила Ампера. Сила Лоренца. Закон Био-Савара-Лапласа. Полезные формулы для вычисления магнитного поля плоской задачи и поверхностного тока (без доказательства). Магнитное поле прямого провода с током. Магнитное поле внутри бесконечного соленоида.
23. Векторный потенциал A . Связь векторного потенциала A и магнитной индукции B . Выражения для дивергенции и лапласиана векторного потенциала (без доказательства). Ротор и дивергенция магнитного поля B постоянных токов.
24. Поток магнитного поля B через замкнутую поверхность и циркуляция поля B постоянных токов. Скачок магнитного поля B при переходе через токонесущую поверхность. Три формы теоремы о потоке и теоремы о циркуляции поля B .
25. Магнитное поле соленоида бесконечной длины. Магнитное поле внутри и снаружи длинного цилиндрического проводника с заданной плотностью тока. Магнитное поле плоского слоя с током.
26. Магнитный диполь. Момент сил, действующих на виток с током в однородном магнитном поле. Энергия магнитного диполя в магнитном поле. Сила, действующая на магнитный диполь в неоднородном магнитном поле. Векторный потенциал A и магнитное поле B точечного магнитного диполя (без доказательства).

По теме «6. Магнитостатика в веществе»

27. Намагниченность, связанные токи и связь между ними.
28. Напряженность магнитного поля. Магнитная проницаемость. Циркуляция полей \mathbf{H} , \mathbf{B} , \mathbf{M} (намагниченности) и поток поля \mathbf{B} в интегральной форме, дифференциальной форме и для токонесущей поверхности. Два способа вычисления векторного потенциала, создаваемого намагниченной средой.
29. Магнитное поле провода с током в цилиндрической оболочке из магнитного материала. Магнитное поле длинного намагниченного цилиндра в трех характерных точках.
30. Магнитное поле в катушке с замкнутым сердечником с высокой магнитной проницаемостью. Магнитное поле в зазоре сердечника. Магнитное поле в сердечнике с ветвлением.

По теме «7. Квазистационарные электромагнитные поля»

31. Закон электромагнитной индукции Фарадея. Правило Ленца.
32. Интерпретация Максвелла закона электромагнитной индукции Фарадея.
33. Коэффициент взаимной индукции. Теорема о равенстве коэффициентов взаимной индукции (в вакууме).
34. Индуктивность длинного соленоида с плотной намоткой. Индуктивность катушки с замкнутым сердечником.
35. Механическая работа магнитных сил при перемещении витка с током в магнитном поле. Механическая работа магнитных сил взаимодействия системы токов. Магнитная энергия токов и энергия магнитного поля (без доказательства). Энергия магнитного поля соленоида.
36. Гипотеза Максвелла о токах смещения. Система уравнений Максвелла.
37. Токи Фуко. Зависимость мощности токов Фуко от размеров проводящего цилиндра.
38. Вектор Пойнтинга, его связь с энергией электромагнитного поля.

По теме «8. Электрические цепи переменного тока»

39. Связь тока и напряжения для конденсатора и катушки индуктивности. Интегрирующая RC-цепочка. Дифференцирующая CR-цепочка.
40. Реакция RC-цепочки на ступеньку напряжения. Реакция RL-цепочки на ступеньку напряжения. Экстраток размыкания.
41. Комплексные токи и напряжения. Эффективное напряжение. Импеданс. Импеданс резистора, конденсатора и катушки индуктивности.
42. Резонанс напряжений. Резонанс токов.
43. Трансформатор.

По теме «9. Диамагнетики, парамагнетики, ферромагнетики, сверхпроводники»

44. Преобразование электрического и магнитного полей при переходе в движущуюся систему отсчета (нерелятивистский случай).
45. Эффект Холла и его неклассическое объяснение.
46. Теорема Лармора.
47. Гиромангнитное отношение. Диамагнетизм.
48. Парамагнетизм газов в слабых полях (неклассическое описание).
49. Свойства ферромагнетиков. Понятие о теории Вейсса, домены, точка Кюри, эффект Баркгаузена, насыщение намагниченности, кривая первоначального намагничивания, петля гистерезиса, остаточная намагниченность, коэрцитивная сила. Нагревание сердечника при перемагничивании. Размагничивание.

50. Свойства сверхпроводников. Критическая температура. Высокотемпературная сверхпроводимость. Сверхпроводящее кольцо с индуцированным током. Задачи со сверхпроводниками. Эффект Мейснера. Зависимость критической температуры от магнитного поля. Сверхпроводники 2-го рода. Метод изображений. "Гроб Магомета". Поверхностные токи и экранирование магнитного поля. СВЧ граница сверхпроводимости. Эффект Джозефсона. Бозе конденсация куперовских пар.

3.1.5 Методические материалы для оценки обучающимися содержания и качества учебного процесса

Анкетирование обучающихся проводится в Личном кабинете обучающегося, в установленном в СПбГУ порядке.

3.2. Кадровое обеспечение

3.2.1 Образование и (или) квалификация штатных преподавателей и иных лиц, допущенных к проведению учебных занятий

Преподаватели должны иметь высшее образование и свободно владеть материалами дисциплины. Лектор, кроме того, должен иметь ученую степень не ниже кандидата физико-математических наук.

3.2.2 Обеспечение учебно-вспомогательным и (или) иным персоналом

учебно-вспомогательный персонал для сопровождения демонстраций

3.3. Материально-техническое обеспечение

3.3.1 Характеристики аудиторий (помещений, мест) для проведения занятий

1. стандартно оборудованная лекционная аудитория (не менее 60 человек) с возможностью проводить демонстрации
2. стандартно оборудованные аудитории для практических занятий (не менее 20 человек)

3.3.2 Характеристики аудиторного оборудования, в том числе неспециализированного компьютерного оборудования и программного обеспечения общего пользования

Компьютер, проектор, неспециализированное ПО для показа презентаций, доска

3.3.3 Характеристики специализированного оборудования

Оборудование для лекционных демонстраций:...

3.3.4 Характеристики специализированного программного обеспечения

Не требуется

3.3.5 Перечень и объёмы требуемых расходных материалов

Мел, бумага А4 - 2 пачки (500 листов)

3.4. Информационное обеспечение

3.4.1 Список обязательной литературы

1. Тамм И.Е. Основы теории электричества: Учебное пособие. - 11 изд. - М.: Физматлит, 2003.
2. Сивухин Д.В. Курс общей физики. Том 3: Электричество. - 5 изд. - М.: Физматлит, 2003-2009.

3.4.2 Список дополнительной литературы

1. Парселл Э. Берклевский курс физики. Том 2: Электричество и магнетизм. - 4 изд. - СПб.: Лань, 2005.
2. Джексон Дж. Классическая электродинамика. - М.: Мир, 1965.
3. Зисман Г.А., Тодес О.О. Курс общей физики. Том 2: Электричество и магнетизм. - 6 изд. - М.: Наука, 1974.
4. Козел С.М., Рашба Э.И., Славатинский С.А. Сборник задач по физике. - 2 изд. - М.: Наука, 1987.

3.4.3 Перечень иных информационных источников

<http://phys.spbu.ru/library/studentlectures/krylov/electr.html>

Раздел 4. Разработчики программы

Крылов Игорь Ратмирович, к.ф.-м.н., доцент, т.428-44-66, i.krylov@spbu.ru