

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Костромской государственный университет»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ГЛАВЫ ЭЛЕКТРОДИНАМИКИ

Направление подготовки 03.03.02–Физика

Направленность: Физика

Квалификация (степень) выпускника: Бакалавр

Кострома

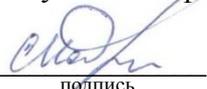
Рабочая программа дисциплины «Дополнительные главы электродинамики» разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования направления подготовки 03.03.02–Физика, утвержден 07.08.2014 г.

Разработал: 
подпись Шадрин Сергей Юрьевич, заведующий кафедрой общей и теоретической физики, к.т.н., доцент

Рецензент: 
подпись Белкин Павел Николаевич, профессор кафедры общей и теоретической физики, д.т.н., профессор

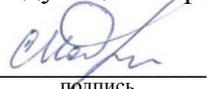
УТВЕРЖДЕНО:

На заседании кафедры общей и теоретической физики
Протокол заседания кафедры № 15 от 29 июня 2017 г.
Заведующий кафедрой общей и теоретической физики


подпись Шадрин Сергей Юрьевич, заведующий кафедрой общей и теоретической физики, к.т.н., доцент

ПЕРЕУТВЕРЖДЕНО:

На заседании кафедры общей и теоретической физики
Протокол заседания кафедры № 12 от 28 июня 2018 г.
Заведующий кафедрой общей и теоретической физики


подпись Шадрин Сергей Юрьевич, заведующий кафедрой общей и теоретической физики, к.т.н., доцент

ПЕРЕУТВЕРЖДЕНО:

На заседании кафедры общей и теоретической физики
Протокол заседания кафедры № 10 от 20 мая 2019 г.
Заведующий кафедрой общей и теоретической физики


подпись Шадрин Сергей Юрьевич, заведующий кафедрой общей и теоретической физики, к.т.н., доцент

ПЕРЕУТВЕРЖДЕНО:

На заседании кафедры общей и теоретической физики
Протокол заседания кафедры № 10 от 7 мая 2020 г.
Заведующий кафедрой общей и теоретической физики


подпись Шадрин Сергей Юрьевич, заведующий кафедрой общей и теоретической физики, к.т.н., доцент

ПЕРЕУТВЕРЖДЕНО:

На заседании кафедры общей и теоретической физики

Протокол заседания кафедры № 5 от 14 января 2021 г.

Заведующий кафедрой общей и теоретической физики



подпись

Шадрин Сергей Юрьевич, заведующий кафедрой общей и

теоретической физики, к.т.н., доцент

1. Цели и задачи освоения дисциплины

Основной целью курса является подготовка бакалавров физики к научно-исследовательской, научно-инновационной, организационно-управленческой деятельности в научно-исследовательских институтах, лабораториях, конструкторских или проектных бюро, на предприятиях путем формирования соответствующих компетенций.

В результате изучения учебной дисциплины «Дополнительные главы электродинамики» у обучаемых должны сформироваться следующие общепрофессиональные компетенции:

– способность использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин (ПК-1);

– способность применять на практике профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных физических дисциплин (ПК-4).

Задачи дисциплины:

– освоить методы решения классических задач электростатики, релятивистской электродинамики и динамики движения частиц в электромагнитном поле.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

знать

– основные определения и уравнения классической электродинамики, математический аппарат электродинамики,

– способы решения классических задач электростатики, релятивистской электродинамики и динамики движения заряженных частиц в электромагнитном поле;

уметь

– использовать специализированные знания в области физики, в частности интерпретировать формальные записи имеющихся физических моделей электромагнитных явлений, выделять в этих моделях физическое содержание и границы применимости;

– применять на практике профессиональные знания и умения, в частности с помощью базовых знаний электродинамики решать и анализировать различные явления электростатики и динамики заряженных частиц

владеть

– навыками использования специализированных знаний и умений в области физики для освоения профильных физических величин, в частности методами описания электромагнитной картины мира.

– различными методами практического использования профессиональных знаний и умений, полученных при освоении профильных физических дисциплин, в частности методами решения классических задач электростатики, релятивистской электродинамики и динамики движения частиц в электромагнитном поле

освоить компетенции:

– способность использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин (ПК-1);

– способность применять на практике профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных физических дисциплин (ПК-4).

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Данная дисциплина изучается в восьмом семестре и является дисциплиной по выбору вариативной части Блока 1 образовательной программы бакалавров физики. Она может служить продолжением базовой дисциплины «Электродинамика» модуля

«Теоретическая физики». Содержание дисциплины охватывает следующие разделы классической электродинамики: различные способы решения задач электростатики (метод функций Грина, метод теории функции комплексного переменного, метод изображений), особенности движения заряженных частиц в электромагнитных полях (движение в постоянных и однородных полях, различные виды дрейфа заряженной частицы в неоднородных полях, адиабатический инвариант), элементы релятивистской электродинамики.

Перед изучением дисциплины «Дополнительные главы электродинамики» обучающийся должен иметь сформированные представления о классической электродинамике, уравнениях Максвелла, электрических и магнитных свойствах веществ, способах математического описания динамики электромагнитного поля, а также о физических явлениях, происходящих при движении заряженных частиц в электромагнитном поле. Требуемые знания, умения и навыки формируются в рамках дисциплин «Электричество и магнетизм», «Общий физический практикум», «Уравнения математической физики», «Электродинамика»

Освоение данной дисциплины способствует дальнейшему формированию профессиональных компетенций ПК-1 и ПК-4, окончательное формирование которых завершится на дисциплинах материаловедческого цикла «Физика поверхности» и «Основы трибологии».

4. Объем дисциплины (модуля)

4.1. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием академических (астрономических) часов и виды учебной работы

Виды учебной работы,	Очная форма
Общая трудоемкость в зачетных единицах	4
Общая трудоемкость в часах	144
Аудиторные занятия в часах, в том числе:	32
Лекции	16
Практические занятия	16
Лабораторные занятия	–
Самостоятельная работа в часах	112
Форма промежуточной аттестации	Экзамен 8 семестр

4.2. Объем контактной работы на 1 обучающегося

Виды учебных занятий	Очная форма
Лекции	16
Практические занятия	16
Лабораторные занятий	–
Консультации	2
Зачет/зачеты	–
Экзамен/экзамены	0,35
Курсовые работы	–
Курсовые проекты	–
Всего	34,35

5. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам), с указанием количества часов и видов занятий

5.1 Тематический план учебной дисциплины

№	Название раздела, темы	Всего з.е/час	Аудиторные занятия			Самостоятельная работа
			Лекц.	Практ.	Лаб.	
1	Методы расчета электростатических полей	38	4	4		24
2	Движение заряженных частиц в электромагнитных полях	38	6	6		26
3	Релятивистская электродинамика	32	6	6		26
	Экзамен	36				36
	Итого:	144	16	16		112

5.2. Содержание:

ТЕМА 1. Методы расчета электростатических полей. Уравнения электростатического поля. Потенциалы основных распределений зарядов и их свойства. Методы решения задач электростатики: метод функций Грина, метод теории функций комплексного переменного для расчета плоских электростатических полей, метод изображений в плоскости, круге и сфере, метод разделения переменных.

ТЕМА 2. Движение заряженных частиц в электромагнитных полях. Движение заряженных частиц в постоянных и однородных полях. Дрейф заряженной частицы в неоднородном магнитном поле при наличии слабого электрического поля: электрический дрейф, дрейф, вызванный изменением магнитного поля только по величине, дрейф, вызванный искривлением магнитных силовых линий. Адиабатический инвариант.

ТЕМА 3. Релятивистская электродинамика. Использование метрики псевдоевклидова пространства Минковского: 4-ток, 4-потенциал. Тензор электромагнитного поля, дуальный тензор. Преобразования полей, инварианты поля. Тензор энергии-импульса электромагнитного поля, тензор натяжений Максвелла. Эффект Доплера. Принцип наименьшего действия в электродинамике, уравнения Максвелла в тензорном виде.

6. Методические материалы для обучающихся по освоению дисциплины

Основная цель дисциплины «Дополнительные главы электродинамики» состоит в том, чтобы обогатить физический кругозор обучающихся новыми понятиями и методами классической электродинамики, познакомить с различными методами решениями классических задач электростатики, динамики движения заряженных частиц в электромагнитном поле. Студент должен усвоить математический аппарат рассматриваемых разделов электродинамики и овладеть всеми компетенциями, закрепленными за данной дисциплиной.

В настоящее время в природе известны четыре типа фундаментальных взаимодействий – сильное, электромагнитное, слабое и гравитационное. Сильное

взаимодействие обеспечивает притяжение частиц, образующих ядра атомов (нуклонов). Электромагнитное взаимодействие обеспечивает притяжение или отталкивание частиц, обладающих специальным свойством – зарядом. Электромагнитное взаимодействие приблизительно на два порядка слабее сильного. Слабое взаимодействие, интенсивность которого приблизительно на 16 порядков слабее сильного, ответственно за распад «элементарных» частиц. Наконец, гравитационное взаимодействие, которое на 43–44 порядка слабее сильного, ответственно за притяжение частиц, обладающих массами.

Первым из четырех перечисленных взаимодействий было открыто гравитационное взаимодействие. Следующим было электромагнитное взаимодействие, которое определяет колоссальное количество явлений природы. Электромагнитное взаимодействие характеризуется участием так называемого электромагнитного поля. Электромагнитное поле – особая форма материи, посредством которой осуществляется взаимодействие между заряженными частицами. Электродинамика – физическая теория, определяющая свойства электромагнитного поля. При изучении курса особое внимание уделяется методологическим и философским проблемам физики и естествознания в целом, что позволяет понять огромную роль классической теории в становлении электромагнитной картины мира.

Такая мотивация позволяет более отчетливо осознать важность изучения дисциплины. С самого начала следует осознать дополнительность данного курса по отношению к базовой дисциплине «Электродинамика». Изучение фундаментальных положений релятивистской электродинамики является одним из основных источников знаний о строении и свойствах полевой формы материи.

При изучении данного курса следует стараться находить связь излагаемых положений теории электростатических полей, теории электромагнитного поля с феноменологическими законами, излагаемыми в курсе общей физики в рамках дисциплины «Электричество и магнетизм», что поможет студентам нагляднее представить физические явления и способы их описания.

6.1. Самостоятельная работа обучающихся по дисциплине (модулю)

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Задание	Часы	Методические рекомендации по выполнению задания	Форма контроля
1	Методы расчета электростатических полей	Решение индивидуальных заданий	24	Для подготовки к решению индивидуальных заданий рекомендуется пользоваться источниками [1, 2] из списка основной литературы	Письменный опрос
2	Движение заряженных частиц в электромагнитных полях	Решение индивидуальных заданий	26	Для подготовки к решению индивидуальных заданий рекомендуется пользоваться учебно-методическим пособием [3] из списка основной литературы	Письменный опрос
3	Релятивистская я	Решение индивидуальных	26	Для подготовки к решению	Письменный опрос

	электродинамика	ых заданий		индивидуальных заданий рекомендуется пользоваться учебно-методическим пособием [4] из списка основной литературы	
--	-----------------	------------	--	--	--

6.2. Тематика и задания для практических занятий (при наличии)

Формой отчетности по данной дисциплине является экзамен. Необходимые условия допуска к экзамену:

- Наличие полного конспекта лекций
- Прохождения итогового теста по всему курсу
- Сдача всех контрольных работ (2 шт) с положительным результатом

Ниже приведены примерные планы практических занятий. Примерные задачи приведены из фонда заданий для самостоятельной работы.

Семинар 1.

Тема: Электростатическое поле

Примерные задачи: 1–5

Обсуждаемые вопросы: закон Кулона для точечных зарядов, принцип суперпозиции, теорема Остроградского-Гаусса, уравнения Лапласа и Пуассона.

Семинар 2.

Тема: Функции Грина

Примерные задачи: 6–7

Обсуждаемые вопросы: уравнения Лапласа и Пуассона, формулы Грина, функции Грина

Семинар 3–4.

Тема: Метод комплексного потенциала

Примерные задачи: 8–12

Обсуждаемые вопросы: аналитические и гармонические функции, функция потока, комплексный потенциал, связь напряженности электростатического поля и комплексного потенциала, конформные отображения, инвариантность уравнения Лапласа.

Семинар 5.

Тема: Метод разделения переменных

Примерные задачи: 14–15

Обсуждаемые вопросы: уравнения Лапласа и Пуассона, краевые задачи, декартова и криволинейные системы координат, ортогональные системы функций, ряды по ортогональным системам функций.

Семинар 6–7.

Тема: Движение заряженных частиц в однородном электрическом или однородном магнитном поле

Примерные задачи: 16–20, 24–25

Обсуждаемые вопросы: силы, действующие на заряженные частицы в электрическом и магнитном поле, сила Лоренца, дифференциальные уравнения движения.

Семинар 8–9.

Тема: Движение заряженных частиц в совместно действующих электрическом и магнитном полях.

Примерные задачи: 21–23, 26

Обсуждаемые вопросы: сила Лоренца, циклотронная частота, циклотронный радиус, электрический дрейф, «магнитный» дрейф.

Семинар 10.

Тема: Релятивистское движение заряженных частиц

Примерные задачи: 27–29

Обсуждаемые вопросы: связь импульса и энергии в классическом и релятивистском случаях, уравнения движения в релятивистском случае, сила Лоренца.

Семинар 11–12.

Тема: Преобразования Лоренца

Примерные задачи: 30–32

Обсуждаемые вопросы: псевдоевклидово пространство, четырехмерные величины, законы преобразования четырехмерных величин, преобразования Лоренца.

Семинар 13–14.

Тема: Релятивистская электродинамика

Примерные задачи: 33–37

Обсуждаемые вопросы: 4-потенциал, преобразования Лоренца тензор электромагнитного поля, преобразования тензора электромагнитного поля при переходе из одной системы отсчета к другой, тензор энергии-импульса для электромагнитного поля.

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

а) основная

1. Цомакион, Б.Ф. Электродинамика / Б.Ф. Цомакион. - Красноярск : Красноярское книжное издательство, 1962. - 552 с. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=474169> (08.01.2018).

2. Пановский, В. Классическая электродинамика / В. Пановский, М. Филипс ; под ред. С.П. Капицей ; пер. В.П. Быков. - Москва : Гос. изд-во физико-математической лит., 1963. - 432 с. - ISBN 978-5-4458-4822-6 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=220927> (08.01.2018).

3. Сивухин, Д.В. Общий курс физики : учебное пособие : в 5-х т. / Д.В. Сивухин. - 5-е изд., стер. - Москва : Физматлит, 2009. - Т. 3. Электричество. - 655 с. - ISBN 978-5-9221-0673-3 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=82998> (09.01.2018).

4. Попов, Н.А. Движение заряженных частиц в электрических и магнитных полях : учебное пособие / Н.А. Попов. - Москва : Прометей, 2015. - 48 с. - ISBN 978-5-9905886-9-1 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=108446> (08.01.2018).

5. Попов, Н.А. Уравнения Максвелла / Н.А. Попов. - Москва : Прометей, 2012. - 33 с. - ISBN 978-5-4263-0105-4 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=437347> (08.01.2018).

б) дополнительная

1. Пейсахович, Ю.Г. Классическая электродинамика : учебное пособие / Ю.Г. Пейсахович. - Новосибирск : НГТУ, 2013. - 634 с. : ил. - (Учебники НГТУ). - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-7782-2211-3 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=436255> (08.01.2018).

2. Дубровский, В.Г. Электричество и магнетизм: Сборник задач и примеры их решения : учебное пособие / В.Г. Дубровский, Г.В. Харламов. - Новосибирск : НГТУ, 2011. - 92 с. - ISBN 978-5-7782-1600-6 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=228733> (08.01.2018).

3. Иродов И.Е. Задачи по общей физике: учеб. пособие. - 3-е изд., испр. - СПб.: Лань, 2001. - 416 с. (20 экз)

4. Алтунин, К.К. Электродинамика, специальная теория относительности и электродинамика сплошных сред : учебно-методическое пособие / К.К. Алтунин. - 2-е изд.

- Москва : Директ-Медиа, 2014. - 109 с. - ISBN 978-5-4475-0326-0 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=240549>(08.01.2018).

5. Степаньянц, К.В. Классическая теория поля / К.В. Степаньянц. - Москва : Физматлит, 2009. - 537 с. - ISBN 978-5-9221-1082-2 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=68977>(08.01.2018).

6. Измайлов, С.В. Курс электродинамики / С.В. Измайлов. - Москва : Государственное учебно-педагогическое издательство, 1962. - 438 с. - ISBN 978-5-4458-4466-2; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=213783> (08.01.2018).

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

Информационно-образовательные ресурсы:

1. Образовательные ресурсы кафедры общей и теоретической физики:

<http://ksu.edu.ru/>

2. Система дистанционного обучения университета MOODLE

<http://sdo.ksu.edu.ru/>

Электронные библиотечные системы:

1. Университетская библиотека онлайн <http://biblioclub.ru>

2. «Лань» <http://e.lanbook.com/>

3. ЭБС «Znanium»

9. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Аудитория для лекций:

Корпус Е, № 209, количество посадочных мест – 30, мультимедийный комплекс, включающий экран, ноутбук и проектор.

Аудитория для практических занятий:

Корпус Е, № 212, количество посадочных мест – 24.

Аудитории для самостоятельной работы:

Читальный зал корпуса «Е», количество посадочных мест – 22, 9 компьютеров (6 для читателей, 3 для сотрудников); 1 сканер.

Читальный зал корпуса «Б1», количество посадочных мест – 200. 3 компьютера для сотрудников; 1 принтер; 1 копир/принтер; 1 проектор; 2 экрана для проектора; 1 ворота «Антивор»; 1 WIFI-точка доступа. Лицензионное ПО: АИБС МаркSQL.

Компьютерный класс, корпус "Е", ауд.227, количество посадочных мест – 16, Блок системный КМ Office ТЗ-4170, монитор Philips. Лицензионное ПО: Windows 8.1 Pro договор № 50155/ЯР4393 от 12.12.2014 с ООО Софт-лайн Проекты, MathCAD Education договор № 208/13 от 10.06.2013 с ООО ЮнитАльфаСофт.