

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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

**ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ГЛАВЫ ФИЗИКИ ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ**


Направление подготовки 03.03.02–Физика


Направленность: Физика

Квалификация (степень) выпускника: Бакалавр

**Кострома**


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

Разработал:   
подпись Мухачёва Татьяна Леонидовна, ст. преп. кафедры общей и теоретической физики, к.т.н.

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 данного 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 физики элементарных частиц» у обучаемых должны сформироваться профессиональные 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:

- формирование у студентов знаний об алгебраических и аналитических методах, используемых в физике фундаментальных взаимодействий.

## 2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

### **знать**

- специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин, в частности физические свойства взаимодействий, основные законы физики элементарных частиц;
- профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных физических дисциплин, в частности базовые эксперименты, доказывающие и обосновывающие основные законы физики элементарных частиц;

### **уметь**

- использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин, в частности использовать полученные знания для понимания процессов взаимодействия микрочастиц, вычисления вероятностей, сечений и других наблюдаемых характеристик микромира;
- применять на практике профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных физических дисциплин, в частности интерпретировать формальные записи имеющихся физических моделей, выделять в этих моделях физическое содержание и границы применимости;

### **владеть**

- способностью использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин, в частности методами и навыками решения физических задач данного раздела теоретической физики.

- способностью применять на практике профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных физических дисциплин, в частности навыками и приемами грамотного оформления докладов и создания презентаций.

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

Дисциплина «Дополнительные главы физики элементарных частиц» изучается в седьмом семестре и является дисциплиной по выбору вариативной части блока Образовательной программы подготовки бакалавров физики. Содержание дисциплины включает в себя ознакомление с физическими токами и методами алгебры токов; рассмотрение полуплептонных и лептонных распадов. Дальнейшее содержание курса включает в себя рассмотрение Лоренцевых, масштабных и конформных преобразований; изучение причинности и дисперсионных соотношений.

Перед изучением дисциплины «Дополнительные главы физики элементарных частиц» обучающийся должен иметь четкие представления об основных понятиях и законах механики, молекулярно-кинетической теории строения вещества, теории электрических и магнитных явлений, оптики, атомной физики, физики атомного ядра и элементарных частиц, уметь использовать соответствующие уравнения и законы в различных физических моделях. Требуемые знания, умения и навыки формируются в рамках ранее изучаемых дисциплин «Механика», «Молекулярная физика», «Электричество и магнетизм», «Оптика», «Атомная физика», «Физика атомного ядра и элементарных частиц», «Общий физический практикум», «Теоретическая механика», «Электродинамика», «Математический анализ», «Дифференциальные уравнения».

Освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее для прохождения производственной (преддипломной) практики, написания выпускной квалификационной работы.

Формирование профессиональных компетенций ПК-1 и ПК-4 происходит также на других профильных дисциплинах, раскрывая единство и взаимосвязь профильных дисциплин, базирующихся на базовых курсах общей и теоретической физики.

#### 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	3
Общая трудоемкость в часах	108
Аудиторные занятия в часах, в том числе:	28
Лекции	14
Практические занятия	14
Лабораторные занятия	–
Самостоятельная работа в часах	80
Форма промежуточной аттестации	Зачет 7 семестр

##### 4.2. Объем контактной работы на 1 обучающегося

Виды учебных занятий	Очная форма
Лекции	14
Практические занятия	14
Лабораторные занятий	–
Консультации	–
Зачет/зачеты	0,25
Экзамен/экзамены	–

Курсовые работы	–
Курсовые проекты	–
Всего	28,25

## 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	Физические токи.	0,28/10	1	1	–	8
2	Методы алгебры токов.	0,67/24	4	4	–	16
3	Полулептонные и нелептонные распады.	0,22/8	1	1	–	6
4	Правила сумм.	0,17/6	1	1	–	4
5	Масштабная инвариантность.	0,44/16	1	1	–	14
6	Тождества Уорда и соотношения для следа.	0,44/16	2	2		12
7	Причинность и дисперсионные соотношения.	0,33/12	2	2		8
8	Физическая сущность дисперсионных соотношений.	0,28/10	2	2		6
	Зачет	0,17/6				6
	<b>Итого</b>	<b>3/108</b>	<b>14</b>	<b>14</b>		<b>80</b>

### 5.2. Содержание:

#### **Введение**

Обзор принципов квантовой механики.

#### **ТЕМА 1. Физические токи**

Электромагнитные адронные токи. Слабые лептонные токи. Слабые адронные токи. Нелептонные слабые взаимодействия. Коммутационные соотношения для токов.

#### **ТЕМА 2. Методы алгебры токов.**

Математический формализм алгебры токов. Некоторые приложения алгебры токов.

#### **ТЕМА 3. Полулептонные и нелептонные распады.**

Полулептонные распады К-мезонов. Нелептонные распады с содержанием пионов.

#### **ТЕМА 4. Правила сумм.**

Вывод правил сумм. Наивный метод. Дисперсионные правила сумм.

#### **ТЕМА 5. Масштабная инвариантность.**

Каноническая теория масштабных и конформных преобразований.

#### **ТЕМА 6. Тождества Уорда и соотношения для следа.**

Лоренцевы преобразования. Масштабные преобразования. Конформные преобразования.

**ТЕМА7. Причинность и дисперсионные соотношения.**

Причинность и аналитичность. Затухающий гармонический осциллятор.

**ТЕМА8. Физическая сущность дисперсионных соотношений.**

Распространение света в диэлектрической среде.

**6. Методические материалы для обучающихся по освоению дисциплины**

Основная задача дисциплины «Дополнительные главы физики элементарных частиц» состоит в том, чтобы познакомить студентов с главными положениями алгебры токов и теории дисперсионных соотношений.

Целесообразно в начале курса познакомить студентов с основами алгебры токов, показать основные результаты алгебраического подхода к вычислению физических величин.

Во второй части курса обсуждаются дисперсионные соотношения для амплитуд, проводится физическая интерпретация.

Данные методы являются частью математической культуры бакалавра-физика в области фундаментальных взаимодействий не входящей в ядро физической теории, но дополняющей курс «Физика фундаментальных взаимодействий» до определенной полноты.

**6.1. Самостоятельная работа обучающихся по дисциплине (модулю)**

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Задание	Часы	Методические рекомендации по выполнению задания	Форма контроля
1	Физические токи.	Решение индивидуальных заданий	8	Для подготовки к решению индивидуальных заданий рекомендуется пользоваться учебно-методическим пособием [1] и [2] из списка основной литературы	Устный опрос, выступление с презентацией
2	Методы алгебры токов.	Решение индивидуальных заданий	16	Для подготовки к решению индивидуальных заданий рекомендуется пользоваться учебно-методическим пособием [3] из списка основной литературы	Письменный опрос
3	Полулептонные и нелептонные распады.	Обзор литературы, решение индивидуальных заданий	6	В качестве литературных источников предпочтительнее использовать [1] из списка основной литературы	Устный опрос
4	Правила сумм.	Аналитический обзор литературы,	4	В качестве литературных источников предпочтительнее	Письменный опрос.выступление с

		решение индивидуальных заданий		использовать [1, 2] из списка основной литературы	презентацией
5	Масштабная инвариантность.	Обзор литературы, решение индивидуальных заданий	14	Для подготовки к решению индивидуальных заданий рекомендуется пользоваться учебно-методическим пособием [3] из списка основной литературы	Письменный опрос
6	Тождества Уорда и соотношения для следа.	Решение индивидуальных заданий	12	Для подготовки к решению индивидуальных заданий рекомендуется пользоваться учебно-методическим пособием [3] из списка основной литературы	Письменный опрос
7	Причинность и дисперсионные соотношения.	Решение индивидуальных заданий	8	Для подготовки к решению индивидуальных заданий рекомендуется пользоваться учебно-методическим пособием [1–3] из списка основной литературы	Устный опрос
8	Физическая сущность дисперсионных соотношений.	Решение индивидуальных заданий	6	Для подготовки к решению индивидуальных заданий рекомендуется пользоваться учебно-методическим пособием [1–3] из списка основной литературы	Выступление с презентацией
	Зачет	Ответы на вопросы к зачету	6	Для подготовки рекомендуется пользоваться учебно-методическим пособием [3] из списка основной литературы	Вопросы к зачету

## 6.2. Тематика и задания для практических занятий

### Семинар 1.

#### Тема: Физические токи

Обсуждаемые вопросы: электромагнитные адронные токи; слабые лептонные токи; слабые адронные токи; нелептонные слабые взаимодействия; коммутационные



соотношения для токов.

**Семинар 2.**

**Тема: Методы алгебры токов.**

Обсуждаемые вопросы: математический формализм алгебры токов; некоторые приложения алгебры токов.

**Семинар 3.**

**Тема: Полулептонные и нелептонные распады.**

Обсуждаемые вопросы: полулептонные распады К-мезонов; нелептонные распады с содержанием пионов.

**Семинар 4.**

**Тема: Правила сумм.**

Обсуждаемые вопросы: вывод правил сумм; наивный метод; дисперсионные правила сумм.

**Семинар 5.**

**Тема: Масштабная инвариантность.**

Обсуждаемые вопросы: каноническая теория масштабных и конформных преобразований.

**Семинар 6.**

**Тема: Тожества Уорда и соотношения для следа.**

Обсуждаемые вопросы: лоренцевы преобразования; масштабные преобразования; конформные преобразования.

**Семинар 7.**

**Тема: Причинность и дисперсионные соотношения.**

Обсуждаемые вопросы: причинность и аналитичность; затухающий гармонический осциллятор.

**Семинар 8.**

**Тема: Физическая сущность дисперсионных соотношений.**

Обсуждаемые вопросы: распространение света в диэлектрической среде.

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

**а) основная**

1. Адлер, С. Алгебры токов и их применение в физике частиц / С. Адлер, Р. Дашен ; под ред. Л.Д. Соловьева. - Москва : Мир, 1970. - 434 с. : ил. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=483228>

2. Токи в физике адронов / Де Альфаро В., Фубини С., Фурлан Г., Росетти К. ; пер. с англ. Ю.В. Новожилова, Л.В. Прохорова. - Москва : Мир, 1976. - 668 с. : ил. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=483259>

3. Трейман, С. Лекции по алгебре токов / С. Трейман, Р. Джекив, Д. Гросс ; пер. с англ. Н.Н. Николаева, В.А. Новикова. - Москва : Атомиздат, 1977. - 232 с. : ил. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=483324>

4. Бернштейн, Д. Элементарные частицы и их токи / Д. Бернштейн ; под ред. Я.А. Смородинского ; пер. с англ. Г.И. Кузнецова. - Москва : Мир, 1970. - 396 с. : ил. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=483250>

**б) дополнительная**

1. Капитонов, И.М. Введение в физику ядра и частиц : учебник / И.М. Капитонов. - 4-е изд. - Москва : Физматлит, 2010. - 512 с. - ISBN 978-5-9221-1250-5 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=75503>

2. Окунь, Л.Б. Элементарное введение в физику элементарных частиц / Л.Б. Окунь. - Москва : Физматлит, 2009. - 126 с. - ISBN 978-5-9221-1070-9 ; То же [Электронный

ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=76603>

3. Окунь, Л.Б. Слабое взаимодействие элементарных частиц / Л.Б. Окунь. - Москва : Государственное издательство физико-математической литературы, 1963. - 248 с. : ил. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=483307>

4. Ломсадзе, Ю.М. Теоретико-групповое введение в теорию элементарных частиц / Ю.М. Ломсадзе. - Москва : Высшая школа, 1962. - 185 с. : ил. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=483289>

5. Коллинз, П. Полюса Редже в физике частиц / П. Коллинз, Ю. Сквайрс ; под ред. А.М. Бродского ; пер. с англ. А.И. Наумова. - Москва : Мир, 1971. - 350 с. : ил. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=483283>

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

Информационно-образовательные ресурсы:

1. Thermalinfo.ru – сайт справочной информации по теплофизическим свойствам веществ в зависимости от температуры и давления.

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 КМOffice ТЗ-4170, монитор Philips. Лицензионное ПО: Windows 8.1 Pro договор № 50155/ЯР4393 от 12.12.2014 с ООО Софт-лайн Проекты, MathCAEducation договор № 208/13 от 10.06.2013 с ООО ЮнитАльфаСофт.