

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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ОСНОВЫ СПЕЦИАЛЬНОЙ ТЕОРИИ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ

Направление подготовки 03.03.02–Физика

Направленность: Физика

Квалификация (степень) выпускника: Бакалавр

Кострома

Рабочая программа дисциплины «Основы специальной теории относительности» 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

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 «Основы специальной теории относительности» 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 способы описания движения в специальной теории относительности и методы решения кинематических и динамических задач релятивистской механики.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

знать

- основные определения и постулаты специальной теории относительности, математический аппарат специальной теории относительности;
- способы описания движения в специальной теории относительности и методы решения кинематических и динамических задач релятивистской механики;

уметь

- использовать специализированные знания в области физики, в частности умение интерпретировать формальные записи имеющихся физических моделей релятивистской механики, выделять в моделях физическое содержание и границы применимости;
- применять на практике профессиональные знания и умения, в частности решать и анализировать различные явления релятивистской механики.

владеть

- навыками использования специализированных знаний и умений в области физики для освоения профильных физических величин, в частности основ специальной теории относительности.
- различными методами практического использования профессиональных знаний и умений, полученных при освоении профильных физических дисциплин, в частности методами решения кинематических и динамических задач релятивистской механики.

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 продолжает знакомство обучающихся с различными физическими моделями и значительно расширяет физический кругозор. Содержание дисциплины охватывает следующие разделы релятивистской механики: постулаты специальной теории относительности, элементы математического аппарата псевдоевклидовых пространств,

пространство Минковского, преобразования Лоренца, геометрическая интерпретация преобразований Лоренца, следствия преобразований Лоренца, релятивистская кинематика, эффект Доплера, элементы релятивистской динамики, уравнения Минковского.

Перед изучением дисциплины «Основы специальной теории относительности» обучающийся должен иметь сформированные представления о классической механике, основных положениях классической механики Ньютона, кинематических закономерностях, уравнениях движения, законах сохранения, основах работы с тензорными величинами. Требуемые знания, умения и навыки формируются в рамках дисциплин «Механика», «Теоретическая механика», «Векторный и тензорный анализ».

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 занятия	–
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	Экспериментальный базис СТО	26	4	4		18
2	Псевдоевклидово пространство	30	4	4		22
3	Преобразования Лоренца	26	4	4		18
4	Релятивистская динамика	26	4	4		18
	Экзамен	36				36
	Итого:	144	16	16		112

5.2. Содержание:

ТЕМА 1. Экспериментальный базис специальной теории относительности.

История возникновения специальной теории относительности. Классические эксперименты: опыт Майкельсон-Морли, опыты Физо, астрономические наблюдения. Современные экспериментальные подтверждения специальной теории относительности: работа ускорителей, эксперименты Ко..., эксперименты Александрова

ТЕМА 2. Псевдоевклидово пространство.

Понятие n -мерных пространств, пространства со скалярным произведением, псевдоевклидовы пространства, формулы преобразования в псевдоевклидовых пространствах, пространство Минковского, 4-мерные величины.

ТЕМА 3. Преобразования Лоренца.

Вращения в пространстве Минковского, геометрическая интерпретация преобразований Лоренца, следствия преобразований Лоренца: относительность одновременности, сокращение длины, замедление хода движущихся часов, закон сложения скоростей. Инвариант, изображение инварианта в пространстве Минковского.

ТЕМА 4. Релятивистская динамика

Запись законов динамики в 4-мерном виде: 4-радиус-вектор, 4-скорость, 4-ускорение, 4-импульс, 4-сила Минковского, Лоренц-инвариантные законы релятивистской динамики, законы сохранения в релятивистской механике, элементы релятивистской аналитической механики, лагранжиан свободной частицы.

6. Методические материалы для обучающихся по освоению дисциплины

Основная цель дисциплины «Основы специальной теории относительности» состоит в том, чтобы обогатить физический кругозор обучающихся новыми понятиями и методами фундаментальной физики, познакомить с различными моделями описания явлений окружающего мира. Студент должен усвоить математический аппарат, использующийся в специальной теории относительности, и овладеть всеми компетенциями, закрепленными за данной дисциплиной.

Специальная теория относительности – теория, описывающая движение, законы механики и пространственно-временные отношения при произвольных скоростях движения. Теория относительности является логически непротиворечивой теорией, то есть из её исходных положений нельзя логически вывести некоторое утверждение одновременно с его отрицанием. Специальная теория относительности лежит в основе всей современной физики, являясь наряду с квантовой механикой стержневой теорией стандартной модели элементарных частиц. Вся совокупность экспериментальных данных в физике высоких энергий, ядерной физике, спектроскопии, астрофизике, электродинамике и других областях физики согласуется с теорией относительности в пределах точности эксперимента.

Несмотря на то, что с момента создания специальной теории относительности прошло более ста лет, она до сих пор является одним из наиболее трудно постигаемых разделов физики. Трудности восприятия необычных положений теории о пространстве-времени, кинематики и динамики движений с околосветовыми скоростями связаны, с одной стороны, с отсутствием возможностей непосредственного наблюдения изучаемых явлений, с другой стороны, обычный повседневный опыт заставляет усомниться в достоверности релятивистских эффектов. Также трудности освоения специальной теории относительности связаны с изменением понимания таких первичных представлений классической механики, как система отсчета, инерциальная система отсчета и так далее.

Такая мотивация позволяет более отчетливо осознать важность изучения дисциплины. С самого начала следует осознать особое положение теории относительности в современной фундаментальной физике, так как базовые положения и выводы релятивистской механики лежат в основе современных физических теорий: квантовой теории поля, теории гравитации.

При изучении данного курса следует стараться находить связь излагаемых положений теории относительности с современными фундаментальными экспериментами и феноменологическими законами, 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	Экспериментальный базис СТО	Аналитический обзор литературы	18	Для подготовки к выступлению рекомендуется пользоваться интернет источниками, сайты math.net , elementy.ru .	Выступление с презентацией
2	Псевдоевклидово пространство	Решение индивидуальных заданий	22	Для подготовки к решению индивидуальных заданий рекомендуется пользоваться учебниками [1–3] из списка дополнительной литературы	Письменный опрос
3	Преобразования Лоренца	Решение индивидуальных заданий	18	Для подготовки к решению индивидуальных заданий рекомендуется пользоваться учебно-методическим пособием [3] из списка основной литературы	Письменный опрос
4	Релятивистская динамика	Решение индивидуальных заданий	18	Для подготовки к решению индивидуальных заданий рекомендуется пользоваться учебно-	Письменный опрос

				методическим пособием [3] 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 1–2.

Тема: Псевдоевклидово пространство

Примерные задачи: 1–16

Обсуждаемые вопросы: понятие n -мерных пространств, пространства со скалярным произведением, псевдоевклидовы пространства, формулы преобразования в псевдоевклидовых пространствах, пространство Минковского, 4-мерные величины.

Семинар 3–4.

Тема: Преобразования Лоренца

Примерные задачи: 17–31

Обсуждаемые вопросы: вращения в пространстве Минковского, геометрическая интерпретация преобразований Лоренца, следствия преобразований Лоренца: относительность одновременности, сокращение длины, замедление хода движущихся часов, закон сложения скоростей. Инвариант, изображение инварианта в пространстве Минковского

Семинар 5–6.

Тема: Релятивистская динамика

Примерные задачи: 32–37

Обсуждаемые вопросы: запись законов динамики в 4-мерном виде: 4-радиус-вектор, 4-скорость, 4-ускорение, 4-импульс, 4-сила Минковского, Лоренц-инвариантные законы релятивистской динамики, законы сохранения в релятивистской механике, элементы релятивистской аналитической механики, лагранжиан свободной частицы.

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

а) основная

1. Бергман, П.Г. Введение в теорию относительности / П.Г. Бергман. - Москва : Изд-во иностр. лит., 1947. - 380 с. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=45406> (15.01.2018).

2. Алешкевич, В.А. Курс общей физики. Механика : учебник / В.А. Алешкевич, Л.Г. Деденко, В.А. Караваев. - Москва : Физматлит, 2011. - 472 с. - ISBN 978-5-9221-1271-0 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=69337> (15.01.2018).

3. Электродинамика: Специальная теория относительности. Теория электромагнитного поля : учебно-методическое пособие / Министерство образования и науки Российской Федерации, Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина ; сост. Е.А. Памятных. - Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2014. - 73 с. : ил., табл., схем. - ISBN 978-5-7996-1105-7 ; То же

- [Электронный ресурс]. -
URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=275799> (15.01.2018).
4. Сивухин, Д.В. Общий курс физики : учебное пособие : в 5-х т. / Д.В. Сивухин. - 3-е изд., стереот. - Москва : Физматлит, 2002. - Т. 4. Оптика. - 792 с. - ISBN 5-9221-0228-1 ; То же [Электронный ресурс]. -
URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=82981> (15.01.2018).

б) дополнительная

1. Ефимов, Н.В. Высшая геометрия : учебное пособие / Н.В. Ефимов. - 7-е изд. - Москва : Физматлит, 2004. - 584 с. - ISBN 978-5-9221-0267-2 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=75501> (15.01.2018).
2. Гордиенко А.Б. Основы векторного и тензорного анализа: учебное пособие / А.Б. Гордиенко, М.Л. Золотарев, Н.Г. Кравченко; ГОУ ВПО «Кемеровский университет». - Кемерово, 2009. - 133 с. / http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view&book_id=232488
3. Бёрке, У. Пространство-время, геометрия, космология / У. Бёрке. - Москва : Мир, 1985. - 413 с. ; То же [Электронный ресурс]. -
URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=45405> (15.01.2018).
4. Бронфман, В.В. Пространство, время, взаимодействия / В.В. Бронфман. - Москва : Физматлит, 2009. - 276 с. - ISBN 978-5-9221-1128-7 ; То же [Электронный ресурс]. -
URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=76674> (15.01.2018).
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\(08.01.2018\)](http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=68977(08.01.2018))..
6. Дирак, П. Общая теория относительности / П. Дирак. - Ростов-Ярославский : Атомиздат, 1978. - 64 с. ; То же [Электронный ресурс]. -
URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=45408> (15.01.2018).
7. Иродов И.Е. Задачи по общей физике: учеб. пособие. - 3-е изд., испр. - СПб.: Лань, 2001. - 416 с. (20 экз)
8. Лич, Д.У. Классическая механика / Д.У. Лич ; пер. с англ. Я.И. Секерж-Зенькович ; под ред. Л.Н. Сретенского. - Москва : Изд-во иностр. лит., 1961. - 174 с. - ISBN 978-5-4458-8407-1 ; То же [Электронный ресурс]. -
URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=233514> (15.01.2018).

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

Информационно-образовательные ресурсы:

1. Математически портал

<http://math.net>

(просмотр статей из журнала «Успехи физических наук»)

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.