

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет»



Утверждаю:

Проректор по ОДиМП

Сердитова Н.Е.

«31» января 2024 г.

Рабочая программа дисциплины (с аннотацией)

Основы релятивистской физики

Для обучающихся направлений 03.03.02 Физика, 03.03.03 Радиофизика
очной формы обучения

Составитель: к.ф.-м.н., доцент Зубков В.В.

Тверь, 2024

I. Аннотация

1. Цель и задачи дисциплины

Целью освоения дисциплины является закрепление и углубление студентами фундаментальных основ специальной теории относительности.

Задачами освоения дисциплины являются:

- подробный разбор фундаментальных принципов, лежащих в основе специальной теории относительности;
- углубленное изучение математических основ специальной теории относительности;
- подробный анализ так называемых парадоксов специальной теории относительности.

2. Место дисциплины в структуре ООП

Факультативная дисциплина «Основы релятивистской физики» тесно связана с дисциплинами теоретической физики, читаемыми для студентов физических специальностей вузов. Дисциплина «Основы релятивистской физики» содержит материал, который ввиду ограниченности аудиторных часов, не может быть в полной мере раскрыт в рамках стандартных курсов теоретической физики. Подбор тем и стиль изложения таковы, что дисциплина «Основы релятивистской физики» будет полезна как студентам-физикам младших курсов, так и студентам, начинающим изучать теоретическую физику.

Теоретические дисциплины (или модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (или модуля) необходимо как предшествующее: базовые понятия из курсов общей физики «Механика» и «Электродинамика», а также математических дисциплин, таких как математический анализ, векторный и тензорный анализ. Вместе с тем большинство необходимых как физических, так и математических понятий, и законов вводятся при изложении дисциплины по мере необходимости.

3. Объем дисциплины: 2 зачетных единицы, 72 академических часа, в том числе:

контактная аудиторная работа: лекции 36 часов

самостоятельная работа: 36 часов.

4. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Планируемые результаты освоения образовательной программы (формируемые компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1. Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие; УК-1.2. Определяет, интерпретирует и ранжирует информацию, требуемую для решения поставленной задачи
ОПК-1. Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности	ОПК-1.2. Применяет знания в области физико-математических наук при решении практических задач в сфере профессиональной деятельности

5. Форма промежуточной аттестации и семестр прохождения Зачет

6. Язык преподавания: русский.

II. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий.

Учебная программа – наименование разделов и тем	Всего (час.)	Контактная работа (час.)				Самостояте- льная работа, в том числе Контроль (час.)
		Лекции		Семинарские/П рактические занятия/ Лабораторные работы		
		всего	в т.ч. практи- ческая подго- товка	всего	в т.ч. практи- ческая подго- товка	
1. Основные физические принципы, лежащие в основе классической механики	6	3				3
2. Понятие симметрии и ее применение в физике. Преобразования Лоренца	4	2				2
3. Следствия преобразований Лоренца. Замедление времени, сокращение длин. Сложение скоростей. Быстрота. Эффект Доплера	6	3				3
4. Мир Минковского. Четырехвекторы. Геометрическая интерпретация следствий преобразований Лоренца.	6	3				3
5. Пространство скоростей в релятивистской механике. Прецессия Томаса	4	2				2
6. Видимая форма движущихся тел. Парадоксы СТО	6	3				3
7. Релятивистская динамика. Уравнения Пуанкаре. Энергия и масса в СТО	6	3				3

8. Неинерциальные системы отсчёта. Парадокс Белла	8	4					4
9. Динамика системы частиц. Столкновение частиц. Распад частиц	8	4					4
10. Вариационные принципы в физике. Построение действия для частицы во внешнем поле. Уравнения движения заряженной частицы.	12	6					6
11. Динамика ЭМ поля	6	3					3
ИТОГО	72	36					36

III. Образовательные технологии

Учебная программа – наименование разделов и тем	Вид занятия	Образовательные технологии
1. Основные физические принципы, лежащие в основе классической механики	лекция	– традиционная лекция; – активное слушание
2. Понятие симметрии и ее применение в физике. Преобразования Лоренца	лекция	– традиционная лекция; – активное слушание
3. Следствия преобразований Лоренца. Замедление времени, сокращение длин. Сложение скоростей. Быстрота. Эффект Доплера	лекция	– традиционная лекция; – активное слушание
4. Мир Минковского. Четырехвекторы. Геометрическая интер-претация следствий преобразований Лоренца.	лекция	– традиционная лекция; – активное слушание
5. Пространство скоростей в релятивистской механике. Прецессия Томаса	лекция	– традиционная лекция; – активное слушание
6. Видимая форма движущихся тел. Парадоксы СТО	лекция	– традиционная лекция; – активное слушание

7. Релятивистская динамика. Уравнения Пуанкаре. Энергия и масса в СТО	лекция	– традиционная лекция; – активное слушание
8. Неинерциальные системы отсчёта. Парадокс Белла	лекция	– традиционная лекция; – активное слушание
9. Динамика системы частиц. Столкновение частиц. Распад частиц	лекция	– традиционная лекция; – активное слушание
10. Вариационные принципы в физике. Построение действия для частицы во внешнем поле. Уравнения движения заряженной частицы.	лекция	– традиционная лекция; – активное слушание
11. Динамика ЭМ поля	лекция	– традиционная лекция; – активное слушание

Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине:

- тематика рефератов и методические рекомендации по их написанию;
- методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов;
- мультимедийные презентации.

IV. Оценочные материалы для проведения текущей и промежуточной аттестации

Для проведения текущей и промежуточной аттестации:

ОПК-1. Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности

Примеры задач к зачёту:

Задание 1: Длина ускорителя равна 3.2 км. Найти длину ускорителя в системе отсчета, связанной с электронами, если кинетические энергии электронов $E_k = 50$ ГэВ.

Способ аттестации: Беседа со студентом

Критерии оценки: Ориентируется в теории и методах решения задач подобного типа – зачет.

Задание 2: Астронавт, движущийся со скоростью $u = 0.4c$, наблюдает объект, обгоняющий его со скоростью $v = 0.5c$ относительно корабля. Чему равна скорость объекта относительно неподвижной системы отсчёта?

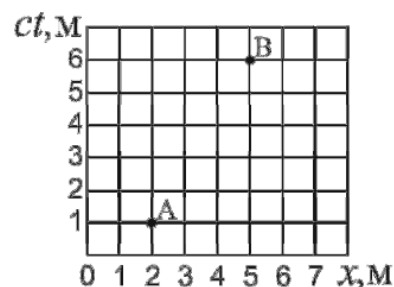
Способ аттестации: Беседа со студентом

Критерии оценки: Ориентируется в теории и методах решения задач подобного типа – зачет.

Задание 3: Неподвижная частица массы M распалась на две одинаковые частицы массой $m = 0.3M$ каждая. Чему равны скорости частиц?

Способ аттестации: Беседа со студентом

Задание 4: На диаграмме Минковского показаны координаты событий A и B . Найти промежуток времени между этими событиями в СО, в которой эти события произошли в одной точке.



Способ аттестации: Беседа со студентом.

УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач.

Примеры тем для самостоятельного изучения:

1. Прецессия Томаса.
2. No-Interaction теорема.
3. Проблема самодействия в классической электродинамике.
4. Геометрия Лобачевского и СТО.

5. Жесткие и нежесткие системы отсчета в СТО.
6. Кватернионное описание релятивистской физики.

Темы может предлагать студент самостоятельно, исходя из своих интересов.

Способ аттестации: беседа со студентом.

Критерии оценки: провел анализ литературы по выбранной тематике, показал знание материала и четко изложил результаты исследования – зачет.

V. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

1) Рекомендуемая литература

а) Основная литература:

1. Алешкевич, В. А. Курс общей физики. Механика : учебник / В. А. Алешкевич, Л. Г. Деденко, В. А. Караваев. – Москва : Физматлит, 2011. – 472 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=69337>
2. Логунов А.А. Лекции по теории относительности и гравитации: современный анализ проблемы. М.: Наука, 2005. 318с.
3. Угаров, В. А. Специальная теория относительности / В. А. Угаров. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – Москва : Наука, 1977. – 384 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=481486>
4. Медведев, Б. В. Начала теоретической физики : механика, теория поля, элементы квантовой механики : учебное пособие / Б. В. Медведев. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва : Физматлит, 2007. – 599 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=69239>
5. Логунов А.А. Лекции по теории относительности.-М.: Наука, 2002. - 175 с.
6. Мицкевич Н.В. Релятивистская физика. -М.: Книжный дом «Либриком», 2012. -200с.

б) Дополнительная литература:

1. Принцип относительности. Сборник работ по специальной теории относительности. / Под ред. А.А. Тяпкина. М.: Атомиздат, 1973. 332 с.
2. Тяпкин А.А. Об истории возникновения «теории относительности». Дубна: ОИЯИ, 2004. 152 с.
3. Алешкевич В.А. О преподавании специальной теории относительности на основе современных экспериментальных данных // УФН 2012. Т. 182. №12. С. 1301-1318.
4. Логунов А.А. Анри Пуанкаре и теория относительности. М.: Наука, 2004. 256с.
5. Окунь Л.Б. Понятие массы. Масса, энергия, относительность // Успехи физических наук 1989. Т. 158. С. 511-530.
6. Okun L.V. The Concept of Mass // Physics Today 1989. V. 42. P. 31-36.
7. Окунь Л. Б. Теория относительности и теорема Пифагора // Успехи физических наук 2008. Т. 178. С. 653-663.
8. Окунь Л. Б. Формула Эйнштейна. «Не смеётся ли господь бог?» // Успехи физических наук 2008. Т. 178. С. 541-553.
9. Okun L.V. Mass versus relativistic and rest masses // Am. J. Phys. 2009. V. 77. P. 430-431.
10. Хрюнов А.В. Основы релятивистской физики. М.: Физматкнига, МФТИ, 2003. 448с.
11. Вайскопф В. Физика в двадцатом столетии. М.: Атомиздат, 1977. 272 с.

2) Лицензионное программное обеспечение и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства:

Google Chrome;

Яндекс Браузер;

Kaspersky Endpoint Security 10 (акт на передачу прав ПК545 от 16.12.2022);

Многофункциональный редактор ONLYOFFICE;

ОС Linux Ubuntu.

3) Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. ЭБС «ZNANIUM.COM» www.znanium.com

2. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» <https://biblioclub.ru/>

3. ЭБС «Лань» <http://e.lanbook.com>

VI. Методические материалы для обучающихся по освоению дисциплины

Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов:

- 1) Изучить рекомендуемую литературу. Провести поиск дополнительной литературы в интернете.
- 2) Просмотреть задачи, разобранные на аудиторных занятиях. Задачи на зачете будут из тех, что рассматриваются на занятиях.
- 3) Разобрать задачи, рекомендованные преподавателем для самостоятельного решения (как правило, это задания, связанные с развитием рассмотренных на занятии задач), используя, при необходимости, примеры решения аналогичных задач.
- 4) Обсудить проблемы, возникшие при решении задач с преподавателем.

Для получения зачёта необходимо:

- 1) Решить задачи, рекомендуемые преподавателем на занятиях.
- 2) Подготовить исследовательскую реферативную работу по выбранной теме и доложить ее результаты преподавателю.

VII. Материально-техническое обеспечение

Учебная аудитория с мультимедийной установкой.

VIII. Сведения об обновлении рабочей программы дисциплины

№ п.п.	Обновленный раздел рабочей программы дисциплины	Описание внесенных изменений	Реквизиты документа, утвердившего изменения