

СТЕРЛИТАМАКСКИЙ ФИЛИАЛ
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО
УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет
Кафедра

Естественнонаучный
Общей и теоретической физики

Рабочая программа дисциплины (модуля)

дисциплина

Специальная теория относительности

Блок ФТД, вариативная часть, ФТД.В.01

цикл дисциплины и его часть (базовая, вариативная, дисциплина по выбору)

Направление

03.03.02

Физика

код

наименование направления

Программа

Медицинская физика

Форма обучения

Очная

Для поступивших на обучение в
2019 г.

Разработчик (составитель)

к.ф.-м.н., доцент

Зеленова М. А.

ученая степень, должность, ФИО

Стерлитамак 2022

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)	3
1.1. Перечень планируемых результатов освоения образовательной программы	3
1.2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы .	3
2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы	3
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся	4
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий.....	4
4.1. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах)	4
4.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам (темам)	5
5. Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю).....	8
6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)	10
6.1. Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	10
6.2. Перечень электронных библиотечных систем, современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем	11

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

1.1. Перечень планируемых результатов освоения образовательной программы

Выпускник, освоивший программу высшего образования, в рамках изучаемой дисциплины, должен обладать компетенциями, соответствующими видам профессиональной деятельности, на которые ориентирована программа:

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

1.2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Формируемая компетенция (с указанием кода)	Этапы формирования компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)
Способностью использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин (ПК-1)	1 этап: Знания	Обучающийся должен знать: - основные законы релятивистской механики; условия применимости законов специальной теории относительности в том или ином случае; особенности построения релятивистских моделей физических явлений
	2 этап: Умения	Обучающийся должен уметь: строить механическую модель физического явления с учетом релятивистских эффектов; применять законы специальной теории относительности для решения конкретных задач; планировать и руководить учебно-исследовательской работой школьников по разработке и исследованию механико-релятивистских моделей физических явлений.
	3 этап: Владения (навыки / опыт деятельности)	Обучающийся должен владеть: навыками работы с литературой по специальной теории относительности и смежным дисциплинам; навыками строгой математической формулировки проблем релятивистской механики; методами решения сформулированной проблемы.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Данная дисциплина реализуется в рамках вариативной части.

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения следующих дисциплин: «Механика», «Теоретическая механика; механика сплошных сред», «Математический анализ».

Освоение данной дисциплины является необходимой при прохождении преддипломной практики, при написании ВКР.

Дисциплина изучается на 4 курсе в 8 семестре

3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 3 зач. ед., 108 акад. ч.

Объем дисциплины	Всего часов
	Очная форма обучения
Общая трудоемкость дисциплины	108
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	
лекций	16
практических (семинарских)	32
другие формы контактной работы (ФКР)	0,2
Учебных часов на контроль (включая часы подготовки):	
зачет	
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	59,8

Формы контроля	Семестры
зачет	8

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

4.1. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах)

№ п/п	Наименование раздела / темы дисциплины	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)			
		Контактная работа с преподавателем			СР
		Лек	Пр/Сем	Лаб	
1.5	Пространство Минковского. Преобразования Лоренца как вращение системы координат в пространстве Минковского. Интервал между событиями, его инвариантность. Классификация интервалов и причинно-следственные связи между событиями в пространстве Минковского. Абсолютное прошлое и абсолютное будущее. Примеры диаграмм Минковского.	2	4	0	7
1.6	Экспериментальное подтверждение специальной теории относительности. Наблюдение аномально долгоживущих космических пи- и мю- мезонов на Земле. Объяснения феномена с помощью положений	2	4	0	7

	СТО.				
1.7	Обобщение описания законов движения на четырехмерное пространство. Ковариантная и контравариантная формулировка законов природы. Правило перехода в другую систему отсчета в псевдоевклидовом пространстве.	2	4	0	8
1.8	Релятивистская динамика. Вывод релятивистского аналога второго закона Ньютона в ковариантной форме. Инвариантная масса частицы. 4-вектор импульса и энергии. Энергия покоя частицы.	2	4	0	9,8
1	Теория относительности	16	32	0	59,8
1.1	Кинематика материальной точки. Принцип относительности Галилея. Преобразования Галилея. Инвариантность уравнений динамики по отношению к преобразованиям Галилея.	2	4	0	7
1.2	Абсолютный характер скорости света в классической электродинамике Максвелла. Противоречие с классической механикой Ньютона.	2	4	0	7
1.4	Относительность одновременности, промежутков времени и длин. Парадоксы теории относительности. Парадокс близнецов. Пространство, время и системы отсчета в СТО. Релятивистская кинематика. Закон сложения скоростей в СТО.	2	4	0	7
1.3	Вывод преобразований Лоренца из предположения о постоянстве скорости света в вакууме. Структура преобразований Лоренца в сравнении с преобразованиями Галилея. Специальная теория относительности. Постулаты Эйнштейна.	2	4	0	7
	Итого	16	32	0	59,8

4.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам (темам)

Курс лекционных занятий

№	Наименование раздела / темы дисциплины	Содержание
1.5	Пространство Минковского. Преобразования Лоренца как вращение системы координат в пространстве Минковского. Интервал между событиями, его инвариантность. Классификация интервалов и причинно-следственные связи между событиями в пространстве Минковского. Абсолютное прошлое и абсолютное будущее. Примеры диаграмм Минковского.	Пространство Минковского. Преобразования Лоренца как вращение системы координат в пространстве Минковского. Мировая линия. Интервал между событиями, его инвариантность. Классификация интервалов и причинно-следственные связи между событиями в пространстве Минковского. Абсолютное прошлое и абсолютное будущее. Примеры диаграмм Минковского.
1.6	Экспериментальное подтверждение специальной теории относительности. Наблюдение аномально долгоживущих	Экспериментальное подтверждение специальной теории относительности. Эксперимент Кеннеди-Торндайка (1932)

	космических пи- и мю- мезонов на Земле. Объяснения феномена с помощью положений СТО.	о постоянстве скорости света в разных системах отсчета. Оценка точности эксперимента. Наблюдение аномально долгоживущих космических пи- и мю- мезонов на Земле. Объяснения феномена с помощью положений СТО.
1.7	Обобщение описания законов движения на четырехмерное пространство. Ковариантная и контравариантная формулировка законов природы. Правило перехода в другую систему отсчета в псевдоевклидовом пространстве.	Обобщение описания законов движения на четырехмерное пространство. Задание 4-скаляра, 4-вектора и 4-тензора в пространстве с псевдоевклидовой метрикой. Ковариантная и контравариантная формулировка законов природы. Роль метрического тензора. Скалярное произведение. Правило перехода в другую систему отсчета в псевдоевклидовом пространстве.
1.8	Релятивистская динамика. Вывод релятивистского аналога второго закона Ньютона в ковариантной форме. Инвариантная масса частицы. 4-вектор импульса и энергии. Энергия покоя частицы.	4-радиус-вектор, 4-скорость, 4-ускорение. Релятивистская динамика. Вывод релятивистского аналога второго закона Ньютона в ковариантной форме. Инвариантная масса частицы. 4-вектор импульса и энергии. Энергия покоя частицы. Функция Лагранжа для свободной релятивистской частицы. Примеры релятивистских расчетов в динамике частиц. Неупругое столкновение двух релятивистских частиц.
1	Теория относительности	
1.1	Кинематика материальной точки. Принцип относительности Галилея. Преобразования Галилея. Инвариантность уравнений динамики по отношению к преобразованиям Галилея.	Введение Описание механического движения в классической механике. Кинематика материальной точки. Закон инерции и инерциальные системы отсчета. Принцип относительности Галилея. Преобразование координат и скоростей в классической механике (преобразования Галилея). Законы Ньютона. Уравнения движения. Инвариантность уравнений динамики по отношению к преобразованиям Галилея. Пространство и время в классической механике. Ограничения картины мира по Ньютону.
1.2	Абсолютный характер скорости света в классической электродинамике Максвелла. Противоречие с классической механикой Ньютона.	История измерения скорости света. Метод Рёмера. Абсолютный характер скорости света в классической электродинамике Максвелла. Противоречие с классической механикой Ньютона. Идея мирового эфира. Измерение скорости движения Земли относительно эфира в эксперименте Майкельсона-Морли (1887).

1.4	Относительность одновременности, промежутков времени и длин. Парадоксы теории относительности. Парадокс близнецов. Пространство, время и системы отсчета в СТО. Релятивистская кинематика. Закон сложения скоростей в СТО.	Относительность одновременности, промежутков времени и длин. Парадоксы теории относительности. Парадокс близнецов. Пространство, время и системы отсчета в СТО. Релятивистская кинематика. Закон сложения скоростей в СТО. Преобразования Лоренца как следствие постулатов Эйнштейна, сохраняющие вид уравнений Максвелла.
1.3	Вывод преобразований Лоренца из предположения о постоянстве скорости света в вакууме. Структура преобразований Лоренца в сравнении с преобразованиями Галилея. Специальная теория относительности. Постулаты Эйнштейна.	Гипотеза Лоренца-Фицджеральда о сокращении длин как попытка объяснения опыта Майкельсона-Морли. Вывод преобразований Лоренца из предположения о постоянстве скорости света в вакууме. Структура преобразований Лоренца в сравнении с преобразованиями Галилея. Место эксперимента в истории физики. Следствия из опыта Майкельсона-Морли. Драматическая ситуация в физике на рубеже 19 и 20 веков. Специальная теория относительности. Постулаты Эйнштейна.

Курс практических/семинарских занятий

№	Наименование раздела / темы дисциплины	Содержание
1.5	Пространство Минковского. Преобразования Лоренца как вращение системы координат в пространстве Минковского. Интервал между событиями, его инвариантность. Классификация интервалов и причинно-следственные связи между событиями в пространстве Минковского. Абсолютное прошлое и абсолютное будущее. Примеры диаграмм Минковского.	Пространство Минковского. Преобразования Лоренца как вращение системы координат в пространстве Минковского. Диаграммы Минковского
1.6	Экспериментальное подтверждение специальной теории относительности. Наблюдение аномально долгоживущих космических пи- и мю- мезонов на Земле. Объяснения феномена с помощью положений СТО.	Парадоксы СТО: долгоживущие космических пи- и мю- мезонов на Земле. Объяснения феномена с помощью положений СТО.
1.7	Обобщение описания законов движения на четырехмерное пространство. Ковариантная и контравариантная формулировка законов природы. Правило перехода в другую систему отсчета в псевдоевклидовом пространстве.	Метрический тензор. Скалярное произведение. Правило перехода в другую систему отсчета в псевдоевклидовом пространстве
1.8	Релятивистская динамика. Вывод релятивистского аналога второго закона Ньютона в ковариантной форме.	Релятивистская динамика. Вывод релятивистского аналога второго закона Ньютона в ковариантной форме.

	Инвариантная масса частицы. 4-вектор импульса и энергии. Энергия покоя частицы.	Инвариантная масса частицы. 4-вектор импульса и энергии. Энергия покоя частицы.
1	Теория относительности	
1.1	Кинематика материальной точки. Принцип относительности Галилея. Преобразования Галилея. Инвариантность уравнений динамики по отношению к преобразованиям Галилея.	Относительность движения в классической механике. Принцип относительности Галилея. Кинематика взрыва.
1.2	Абсолютный характер скорости света в классической электродинамике Максвелла. Противоречие с классической механикой Ньютона.	Абсолютный характер скорости света в классической электродинамике Максвелла. Измерение скорости движения Земли относительно эфира в эксперименте Майкельсона-Морли. Фазовая скорость. Передача информации.
1.4	Относительность одновременности, промежутков времени и длин. Парадоксы теории относительности. Парадокс близнецов. Пространство, время и системы отсчета в СТО. Релятивистская кинематика. Закон сложения скоростей в СТО.	Относительность одновременности, промежутков времени и длин. Парадокс близнецов.
1.3	Вывод преобразований Лоренца из предположения о постоянстве скорости света в вакууме. Структура преобразований Лоренца в сравнении с преобразованиями Галилея. Специальная теория относительности. Постулаты Эйнштейна.	Вывод преобразований Лоренца из предположения о постоянстве скорости света в вакууме. Структура преобразований Лоренца в сравнении с преобразованиями Галилея. Специальная теория относительности. Постулаты Эйнштейна.

5. Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

На самостоятельное изучение выносятся следующие темы:

№	Тема	Содержание	трудоемкость (в часах)
1	Кинематика материальной точки. Принцип относительности Галилея. Преобразования Галилея. Инвариантность уравнений динамики по отношению к преобразованиям Галилея.	Инвариантность уравнений динамики по отношению к преобразованиям Галилея. Пространство и время в классической механике. Ограничения картины мира по Ньютону.	7
2	Абсолютный характер скорости света в классической электродинамике Максвелла. Противоречие с классической механикой Ньютона.	Измерение скорости движения Земли относительно эфира в эксперименте Майкельсона-Морли (1887).	7
3	Вывод преобразований Лоренца из предположения о постоянстве скорости света в вакууме. Структура преобразований	Специальная теория относительности. Постулаты Эйнштейна. Кто автор	7

	Лоренца в сравнении с преобразованиями Галилея. Специальная теория относительности. Постулаты Эйнштейна.	релятивистской механики – Эйнштейн, Пуанкаре или Лоренц?	
4	Относительность одновременности, промежутков времени и длин. Парадоксы теории относительности. Парадокс близнецов. Пространство, время и системы отсчета в СТО. Релятивистская кинематика. Закон сложения скоростей в СТО.	Закон сложения скоростей в СТО. Преобразования Лоренца как следствие постулатов Эйнштейна, сохраняющие вид уравнений Максвелла.	7
5	Пространство Минковского. Преобразования Лоренца как вращение системы координат в пространстве Минковского. Интервал между событиями, его инвариантность. Классификация интервалов и причинно-следственные связи между событиями в пространстве Минковского. Абсолютное прошлое и абсолютное будущее. Примеры диаграмм Минковского.	Классификация интервалов и причинно-следственные связи между событиями в пространстве Минковского. Абсолютное прошлое и абсолютное будущее.	7
6	Экспериментальное подтверждение специальной теории относительности. Наблюдение аномально долгоживущих космических пи- и мю- мезонов на Земле. Объяснения феномена с помощью положений СТО.	Эксперимент Кеннеди-Торндайка (1932) о постоянстве скорости света в разных системах отсчета. Оценка точности эксперимента.	7
7	Обобщение описания законов движения на четырехмерное пространство. Ковариантная и контравариантная формулировка законов природы. Правило перехода в другую систему отсчета в псевдоевклидовом пространстве.	Ковариантная и контравариантная формулировка законов природы. Роль метрического тензора.	8
8	Релятивистская динамика. Вывод релятивистского аналога второго закона Ньютона в ковариантной форме. Инвариантная масса частицы. 4-вектор импульса и энергии. Энергия покоя частицы.	Функция Лагранжа для свободной релятивистской частицы. Примеры релятивистских расчетов в динамике частиц. Неупругое столкновение двух релятивистских частиц.	9.8
ИТОГО:			59.8

Качество и глубина освоения материала по изучаемой дисциплине неразрывно связаны с четкой организацией и эффективностью самостоятельной работы студентов (СРС). Цель самостоятельной работы студента – осмысленно и самостоятельно работать сначала с учебным материалом, затем с научной информацией, заложить основы самоорганизации и самовоспитания с тем, чтобы привить умение в дальнейшем непрерывно повышать свою профессиональную квалификацию.

Самостоятельная работа студентов при изучении курса включает в себя следующие виды деятельности:

- 1) подготовка к лекциям и практическим занятиям
- 2) самостоятельное изучение отдельных вопросов курса;
- 3) выполнение домашних контрольных работ;
- 4) подготовка к промежуточному контролю знаний (коллоквиуму, защите домашних контрольных работ и др.);

Для максимального усвоения дисциплины рекомендуется ведение конспекта и глоссария, чтение и анализ лекционного материала. В период подготовки к лекционным занятиям главное – научиться методам самостоятельного умственного труда, сознательно развивать свои творческие способности и овладевать навыками творческой работы. Для

этого необходимо строго соблюдать дисциплину учебы и поведения. Четкое планирование своего рабочего времени и отдыха является необходимым условием для успешной самостоятельной работы. В процессе подготовки к практическим занятиям, студентам необходимо обратить особое внимание на самостоятельное изучение рекомендованной учебно-методической (а также научной и популярной) литературы. Самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной и популярной литературой, материалами периодических изданий и Интернета, статистическими данными является наиболее эффективным методом получения знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала, формирует у студентов свое отношение к конкретной проблеме.

Для реализации данных видов деятельности студенты самостоятельно прорабатывают литературу. В качестве основного источника литературы для самостоятельного изучения рекомендуется использовать учебник авторов: Савельев, И.В. Основы теоретической физики (в 2 тт.). Том 1. Механика. Электродинамика. [Электронный ресурс]: Учебники - Электрон. дан. - СПб.: Лань, 2016. - 496 с. - Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/71764> - Загл. с экрана.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

6.1. Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

Основная учебная литература:

1. Савельев, И.В. Основы теоретической физики (в 2 тт.). Том 1. Механика. Электродинамика. [Электронный ресурс]: Учебники Электрон. дан. СПб.: Лань, 2016. 496 с. Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/71764> Загл. с экрана. (23.06.2021).
2. Батыгин, В.В. Сборник задач по электродинамике и специальной теории относительности. [Электронный ресурс]: Учебные пособия / В.В. Батыгин, И.Н. Топтыгин. Электрон. дан. СПб.: Лань, 2010. 480 с. Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/544> Загл. с экрана. (24.06.2021).

Дополнительная учебная литература:

1. Юринов, А.А. Физика: Классическая механика и специальная теория относительности / А.А. Юринов; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный политехнический университет. - Санкт-Петербург: Издательство Политехнического университета, 2013. - 132 с.: схем., ил.; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=363245> (23.06.2021).
2. Электродинамика: Специальная теория относительности. Теория электромагнитного поля: учебно-методическое пособие / сост. Е.А. Памятных; Министерство образования и науки Российской Федерации, Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б. Н. Ельцина. - 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> (24.06.2021).

6.2. Перечень электронных библиотечных систем, современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

№ п/п	Наименование документа с указанием реквизитов
-------	---