

Документ подписан простой электронной подписью
 Информация о владельце:
 ФИО: ЧУМАЧЕНКО ТАТЬЯНА АЛЕКСАНДРОВНА
 Должность: РЕКТОР
 Дата подписания: 24.06.2022 11:44:41
 Уникальный программный ключ:
 9c9f7aaffa4840d284abe156657b8f85432bdb16



МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ГУМАНИТАРНО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ЮУрГГПУ»)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Шифр	Наименование дисциплины (модуля)
Б1.В	Основы теоретической физики (СТО)

Код направления подготовки	44.03.05
Направление подготовки	Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)
Наименование (я) ОПОП (направленность / профиль)	Физика. Математика
Уровень образования	бакалавр
Форма обучения	очная

Разработчики:

Должность	Учёная степень, звание	Подпись	ФИО
Доцент	кандидат физико-математических наук, доцент		Свирская Людмила Моисеевна

Рабочая программа рассмотрена и одобрена (обновлена) на заседании кафедры (структурного подразделения)

Кафедра	Заведующий кафедрой	Номер протокола	Дата протокола	Подпись
Кафедра физики и методики обучения физике	Беспаль Ирина Ивановна	10	15.06.2019	
Кафедра физики и методики обучения физике	Беспаль Ирина Ивановна	1	10.09.2020	

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. Пояснительная записка	3
2. Трудоемкость дисциплины (модуля) и видов занятий по дисциплине (модулю)	5
3. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий	6
4. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	11
5. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)	12
6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины	16
7. Перечень образовательных технологий	18
8. Описание материально-технической базы	19

1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

1.1 Дисциплина «Основы теоретической физики (СТО)» относится к модулю части, формируемой участниками образовательных отношений, Блока 1 «Дисциплины/модули» основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки 44.03.05 «Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)» (уровень образования бакалавр). Дисциплина является дисциплиной по выбору.

1.2 Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 з.е., 72 час.

1.3 Изучение дисциплины «Основы теоретической физики (СТО)» основано на знаниях, умениях и навыках, полученных при изучении обучающимися следующих дисциплин: «Математическая физика», «Математический анализ», «Общая и экспериментальная физика (механика)», «Общая и экспериментальная физика (оптика)», «Общая и экспериментальная физика (электричество и магнетизм)», «Основы теоретической физики (классическая механика)», «Основы теоретической физики (электродинамика)».

1.4 Дисциплина «Основы теоретической физики (СТО)» формирует знания, умения и компетенции, необходимые для освоения следующих дисциплин: «История физики», «Основы теоретической физики (квантовая механика)», «Основы теоретической физики (физика атомного ядра и элементарных частиц)», «Основы теоретической физики (физика твердого тела)», «подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена».

1.5 Цель изучения дисциплины:

изучение релятивистских идей и результатов СТО применительно к механике, электродинамике, оптике

1.6 Задачи дисциплины:

1) Формирование на основе релятивистских представлений понимания единства пространства, времени, движения и материи;

2) Обсуждение практических приложений СТО;

3) Создание прочной основы для подготовки квалифицированного учителя физики.

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

№ п/п	Код и наименование компетенции по ФГОС
Код и наименование индикатора достижения компетенции	
1	ПК-1 способен осваивать и использовать базовые научно-теоретические знания и практические умения по преподаваемому предмету в профессиональной деятельности
	ПК.1.1 Знает содержание, особенности и современное состояние, понятия и категории, тенденции развития соответствующей профилю научной (предметной) области; закономерности, определяющие место соответствующей науки в общей картине мира; принципы проектирования и реализации общего и (или) дополнительного образования по предмету в соответствии с профилем обучения
	ПК.1.2 Умеет применять базовые научно-теоретические знания по предмету и методы исследования в предметной области; осуществляет отбор содержания, методов и технологий обучения предмету (предметной области) в различных формах организации образовательного процесса
	ПК.1.3 Владеет практическими навыками в предметной области, методами базовых научно-теоретических представлений для решения профессиональных задач

№ п/п	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Образовательные результаты по дисциплине
1	ПК.1.1 Знает содержание, особенности и современное состояние, понятия и категории, тенденции развития соответствующей профилю научной (предметной) области; закономерности, определяющие место соответствующей науки в общей картине мира; принципы проектирования и реализации общего и (или) дополнительного образования по предмету в соответствии с профилем обучения	3.1 знает постулаты, основные положения, уравнения и математический аппарат теории относительности (четырёхмерные векторы и тензоры)

2	ПК.1.2 Умеет применять базовые научно-теоретические знания по предмету и методы исследования в предметной области; осуществляет отбор содержания, методов и технологий обучения предмету (предметной области) в различных формах организации образовательного процесса	У.1 умеет объяснять эффекты теории относительности, проводить математическое доказательство основных соотношений, анализировать их физический смысл
3	ПК.1.3 Владеет практическими навыками в предметной области, методами базовых научно-теоретических представлений для решения профессиональных задач	В.1 владеет навыками использования преобразований Лоренца при переходе от одной ИСО к другой; способами изложения изучаемых вопросов на доступном для обучающихся уровне

2. ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) И ВИДОВ ЗАНЯТИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Наименование раздела дисциплины (темы)	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Итого часов
	Л	ЛЗ	ПЗ	СРС	
Итого по дисциплине	18	12	8	34	72
Первый период контроля					
<i>Релятивистская механика</i>	<i>14</i>	<i>4</i>	<i>8</i>	<i>22</i>	<i>48</i>
Кинематика СТО	8		8	10	26
Релятивистская динамика	6	4		12	22
<i>Релятивистская электродинамика, оптика; элементы ОТО</i>	<i>4</i>	<i>8</i>		<i>12</i>	<i>24</i>
Релятивистская формулировка электродинамики и оптики		8		8	16
Элементы общей теории относительности	4			4	8
Итого по видам учебной работы	18	12	8	34	72
Форма промежуточной аттестации					
Дифференцированный зачет					
Итого за Первый период контроля					72

3. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ), СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ (РАЗДЕЛАМ) С УКАЗАНИЕМ ОТВЕДЕННОГО НА НИХ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ЧАСОВ И ВИДОВ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ

3.1 Лекции

Наименование раздела дисциплины (модуля)/ Тема и содержание	Трудоемкость (кол-во часов)
1. Релятивистская механика	14
Формируемые компетенции, образовательные результаты: ПК-1: 3.1 (ПК.1.1), У.1 (ПК.1.2), В.1 (ПК.1.3)	
<p>1.1. Кинематика СТО</p> <p>Лекция №1. Введение. Предмет теории относительности. Экспериментальные основания СТО. Постулаты Эйнштейна.</p> <p>1. Предмет теории относительности. СТО и ОТО.</p> <p>2. Экспериментальные основания СТО, основные выводы.</p> <p>3. Постулаты Эйнштейна.</p> <p>4. Системы отсчета в СТО. Правило синхронизации часов по Эйнштейну.</p> <p>Лекция № 2. Преобразования Лоренца и их кинематические следствия.</p> <p>1. Преобразования Лоренца. Преобразования Галилея как частный случай преобразований Лоренца.</p> <p>2. Кинематические следствия преобразований Лоренца: а) сокращение длины движущегося тела, относительность эффекта; б) замедление хода движущихся часов, собственное время жизни частицы, экспериментальное подтверждение эффекта; в) теорема сложения скоростей в СТО; классическая теорема сложения скоростей как частный случай релятивистской теоремы.</p> <p>Лекция № 3. Пространственно-временной интервал. Типы интервалов, их связь с принципом причинности.</p> <p>1. События. Пространственно-временной интервал между событиями, абсолютность интервала.</p> <p>2. Типы интервалов, их связь с принципом причинности:</p> <p>а) нулевые, пространственноподобные, времениподобные интервалы;</p> <p>б) принцип причинности, анализ связи типов интервалов с принципом причинности;</p> <p>в) абсолютно будущие, абсолютно прошедшие, абсолютно удаленные события;</p> <p>г) относительность одновременности событий;</p> <p>д) диаграмма Минковского.</p> <p>Лекция № 4. Ковариантная форма законов физики, удовлетворяющая первому постулату СТО.</p> <p>1. Координаты Минковского в псевдоевклидовом пространстве и преобразования Лоренца.</p> <p>2. Принцип Лоренц-ковариантности.</p> <p>3. Основные методологические выводы из кинематики СТО.</p> <p>Учебно-методическая литература: 2, 3, 4, 5, 8, 9</p>	8

<p>1.2. Релятивистская динамика</p> <p>Лекция № 5. Второй закон Ньютона в СТО. Соотношение Эйнштейна между энергией и массой.</p> <p>1. 2-й закон Ньютона в 4-форме. Инвариантная масса. Сила Минковского.</p> <p>2. Зависимость массы от скорости. Тахионы.</p> <p>3. Соотношение Эйнштейна между энергией и массой. Энергия покоя.</p> <p>4. Система связанных частиц, ее масса и энергия связи.</p> <p>Лекция № 6. Четырехмерный импульс. Закон сохранения 4-импульса. Фотон как релятивистская частица.</p> <p>1. 4-импульс. Релятивистский импульс и релятивистская энергия. Закон сохранения 4-импульса.</p> <p>2. Связь между энергией, импульсом и массой покоя частицы. Частные случаи:</p> <p>а) релятивистский случай,</p> <p>б) нерелятивистский случай,</p> <p>в) ультрарелятивистский случай.</p> <p>3. Понятие об электронно-позитронном вакууме Дирака.</p> <p>4. Фотон как релятивистская частица.</p> <p>Лекция № 7. Преобразование силы при переходе из одной ИСО в другую.</p> <p>1. Продольная и поперечная составляющие силы.</p> <p>2. Релятивистское преобразование силы Кулона.</p> <p>Учебно-методическая литература: 1, 2, 3, 4, 5</p>	6
2. Релятивистская электродинамика, оптика; элементы ОТО	4
Формируемые компетенции, образовательные результаты: ПК-1: 3.1 (ПК.1.1), У.1 (ПК.1.2), В.1 (ПК.1.3)	
<p>2.1. Элементы общей теории относительности</p> <p>Лекция № 8. Возможность обобщения специальной теории относительности. Принцип эквивалентности.</p> <p>1. Возможность обобщения СТО.</p> <p>2. Принцип эквивалентности.</p> <p>3. Истинные и фиктивные гравитационные поля.</p> <p>Лекция № 9. Основные тесты общей теории относительности (ОТО).</p> <p>1. Замедление времени в гравитационном поле. Красное и фиолетовое смещение спектра.</p> <p>2. Отклонение света от прямолинейности в гравитационном поле Солнца.</p> <p>3. Вековое смещение перигелия Меркурия.</p> <p>4. Временная задержка радиолокационного сигнала.</p> <p>Учебно-методическая литература: 1, 5, 6, 7</p>	4

3.2 Лабораторные

Наименование раздела дисциплины (модуля)/ Тема и содержание	Трудоемкость (кол-во часов)
1. Релятивистская механика	4
Формируемые компетенции, образовательные результаты: ПК-1: 3.1 (ПК.1.1), У.1 (ПК.1.2), В.1 (ПК.1.3)	
<p>1.1. Релятивистская динамика</p> <p>Занятие № 1. Релятивистская механика</p> <p>1. Зависимость массы от скорости.</p> <p>2. Соотношение между массой и энергией. Дефект масс атомных ядер.</p> <p>3. Ускорители заряженных частиц.</p> <p>4. Встречные пучки элементарных частиц. Ускорители на встречных пучках.</p> <p>Занятия № 2. Сила Лоренца как релятивистская сила. Потенциалы Лиенара-Вихерта</p> <p>1. Расчет силы, действующей на заряд, движущийся в электромагнитном поле (сила Лоренца).</p> <p>2. Расчет скалярного и векторного потенциала поля точечного заряда, движущегося равномерно и прямолинейно (потенциалы Лиенара-Вихерта).</p> <p>Учебно-методическая литература: 1, 2, 3, 4</p>	4
2. Релятивистская электродинамика, оптика; элементы ОТО	8
Формируемые компетенции, образовательные результаты: ПК-1: 3.1 (ПК.1.1), У.1 (ПК.1.2), В.1 (ПК.1.3)	

<p>2.1. Релятивистская формулировка электродинамики и оптики</p> <p>Занятия № 3, 4. Релятивистские эффекты в оптике</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Инвариантность фазы плоской волны относительно преобразований Лоренца. 2. Преобразование частоты при относительном движении источника и приемника на основе формулы преобразования Лоренца для четвертой компоненты вектора энергии – импульса. 3. Продольный эффект Доплера. 4. Поперечный эффект Доплера. 5. Может ли свободный электрон поглотить или испустить фотон? 6. Может ли свободный атом поглотить или испустить фотон? Элементарная теория эффекта Мессбауэра. 7. Эффект Вавилова-Черенкова. 8. Объяснение эффекта Комптона на основе закона сохранения 4-вектора энергии – импульса. <p>Занятие № 5. Преобразование полей при переходе из одной ИСО в другую</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Преобразование напряженности электрического поля и появление магнитного поля при переходе из одной ИСО в другую. 2. Преобразования Лоренца для напряженностей электрического и магнитного поля. 3. Инварианты электромагнитного поля <p>Занятие № 6. Релятивистская формулировка электродинамики</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Четырехмерный вектор плотности тока проводимости. Уравнение непрерывности в четырехмерной форме. 2. Преобразования плотности заряда и плотности тока при переходе из одной ИСО в другую. 3. Инвариантность электрического заряда. 4. Лоренц-ковариантность системы уравнений Максвелла. 5. Тензор электромагнитного поля. <p>Учебно-методическая литература: 1, 2, 3, 4</p>	8
---	---

3.3 Практические

Наименование раздела дисциплины (модуля)/ Тема и содержание	Трудоемкость (кол-во часов)
1. Релятивистская механика	8
Формируемые компетенции, образовательные результаты: ПК-1: 3.1 (ПК.1.1), У.1 (ПК.1.2), В.1 (ПК.1.3)	

<p>1.1. Кинематика СТО</p> <p>Занятие № 1 (семинар). Экспериментальные основы СТО</p> <p>1. Опыты Майкельсона (1881 г.) и Майкельсона-Морли (1887 г.). Был ли опыт Майкельсона решающим для построения СТО?</p> <p>2. Опыт Физо (1851 г.) и гипотеза частично увлекаемого эфира. Экспериментальное подтверждение релятивистской теоремы сложения скоростей.</p> <p>3. Экспериментальные методы определения скорости света</p> <p>3.1. Определение скорости света</p> <p>О. Рёмером (1676 г.) по затмению спутника Юпитера.</p> <p>3.2. Абберация света (Брэдли, 1727 г.).</p> <p>3.3. Метод зубчатого колеса (А. Физо, 1849 г.).</p> <p>3.4. Метод вращающегося зеркала (Ж. Фуко, 1862 г.).</p> <p>3.5. Метод А. Майкельсона (1880 г.).</p> <p>Занятия № 2, 3. Преобразования Лоренца и их геометрическая интерпретация</p> <p>1. Преобразования Лоренца в координатах Минковского I и II типа.</p> <p>2. Геометрическая интерпретация преобразований Лоренца.</p> <p>3. Изображение событий с помощью мировых линий в пространстве Минковского.</p> <p>4. Масштабные сетки в СТО.</p> <p>5. Геометрическая интерпретация сокращения длины и замедления хода часов в СТО.</p> <p>Занятие № 4. Четырехмерный мир Минковского. 4-векторы и 4-тензоры в СТО</p> <p>1. Четырехмерный мир Минковского. Координаты Минковского.</p> <p>2. Преобразования Лоренца в 4-форме. Матрица преобразований Лоренца.</p> <p>3. 4-векторы в СТО. Законы преобразования компонент 4-вектора, инвариантность квадрата 4-вектора.</p> <p>4. 4-тензоры в СТО. Законы преобразования компонент 4-тензора в СТО.</p> <p>Учебно-методическая литература: 2, 3, 4, 9</p>	8
--	---

3.4 СРС

Наименование раздела дисциплины (модуля)/ Тема для самостоятельного изучения	Трудоемкость (кол-во часов)
1. Релятивистская механика	22
Формируемые компетенции, образовательные результаты: ПК-1: 3.1 (ПК.1.1), У.1 (ПК.1.2), В.1 (ПК.1.3)	
<p>1.1. Кинематика СТО</p> <p>Задание для самостоятельного выполнения студентом:</p> <p>1. Написание реферата «Экспериментальные основы СТО».</p> <p>2. Подготовка доклада для семинара.</p> <p>3. Работа с конспектом лекций, выполнение заданий самостоятельной работы №1.</p> <p>Учебно-методическая литература: 1, 2, 3, 4, 9</p> <p>Профессиональные базы данных и информационные справочные системы: 1</p>	10
<p>1.2. Релятивистская динамика</p> <p>Задание для самостоятельного выполнения студентом:</p> <p>1. Выполнение подробных математических преобразований для соотношений в 4-мерной форме.</p> <p>2. Работа с конспектом лекций и рекомендованной литературой. Выполнение самостоятельной работы № 2.</p> <p>Учебно-методическая литература: 1, 2, 3, 4</p> <p>Профессиональные базы данных и информационные справочные системы: 1</p>	12
2. Релятивистская электродинамика, оптика; элементы ОТО	12
Формируемые компетенции, образовательные результаты: ПК-1: 3.1 (ПК.1.1), У.1 (ПК.1.2), В.1 (ПК.1.3)	

<p>2.1. Релятивистская формулировка электродинамики и оптики</p> <p>Задание для самостоятельного выполнения студентом:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Применение законов сохранения энергии и импульса для описания движения свободного движения электрона в вакууме. 2. Применение законов сохранения энергии и импульса для объяснения эффекта Комптона. 3. Выполнение заданий самостоятельной работы №3. <p>Учебно-методическая литература: 1, 2, 3, 4, 8 Профессиональные базы данных и информационные справочные системы: 1</p>	8
<p>2.2. Элементы общей теории относительности</p> <p>Задание для самостоятельного выполнения студентом:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Работа с конспектом лекций и рекомендованной литературой (в первую очередь, работы А. Эйнштейна по ОТО из полного собрания сочинений; учебное пособие С.М. Горяиновой "Элементы общей теории относительности".) 2. Конспект по теме «Экспериментальная проверка общей теории относительности». <p>Учебно-методическая литература: 1, 5, 6, 7 Профессиональные базы данных и информационные справочные системы: 1</p>	4

4. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Ссылка на источник в ЭБС
Основная литература		
1	Ландау Л.Д. Курс теоретической физики. Том 2. Теория поля: учебное пособие/ Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц.— М.: ФИЗМАТЛИТ, 2012.— 536 с.	
2	Матвеев А.Н. Электродинамика и теория относительности / А.Н. Матвеев. – М.: Высшая школа, 1964. – 424 с.	
3	Угаров В.А. Специальная теория относительности / В.А. Угаров. – М.: Наука, 1977. – 384 с.	
Дополнительная литература		
4	Мултановский В.В. Курс теоретической физики, т. 1. Классическая механика. Основы специальной теории относительности. Релятивистская механика / В.В. Мултановский. – М.: Просвещение, 1988. – 304 с.	
5	Бергман П.Г. Введение в теорию относительности [Электронный ресурс]/ Бергман П.Г.— Электрон. текстовые данные.— Москва, Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, Институт компьютерных исследований, 2019.— 380 с.	http://www.iprbookshop.ru/92034.html .— ЭБС «IPRbooks»
6	Герардус т' Хоофт Введение в общую теорию относительности [Электронный ресурс]/ Герардус т' Хоофт— Электрон. текстовые данные.— Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, Институт компьютерных исследований, 2019.— 96 с.	http://www.iprbookshop.ru/91919.html .— ЭБС «IPRbooks»
7	Горяинова С.М. Основы общей теории относительности / С.М. Горяинова. – Челябинск: ЧГПУ, 2011. - 248 с.	
8	Электродинамика. Специальная теория относительности. Теория электромагнитного поля [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие/ — Электрон. текстовые данные.— Екатеринбург: Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2014.— 72 с.	http://www.iprbookshop.ru/68416.html .— ЭБС «IPRbooks»
9	Эйнштейн А. Собрание научных трудов. Том 1 / А. Эйнштейн. – М.: Наука, 1965. – 700 с.	

4.2. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

№ п/п	Наименование базы данных	Ссылка на ресурс
1	Яндекс–Энциклопедии и словари	http://slovari.yandex.ru

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

5.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций

Код компетенции по ФГОС					
Код образовательного результата дисциплины	Текущий контроль				Промежуточная аттестация
	Конспект по теме	Контрольная работа по разделу/теме	Реферат	Задача	Зачет/Экзамен
ПК-1					
3.1 (ПК.1.1)	+	+	+		+
У.1 (ПК.1.2)		+	+	+	+
В.1 (ПК.1.3)		+		+	+

5.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

5.2.1. Текущий контроль.

Типовые задания к разделу "Релятивистская механика":

1. Задача

В инерциальной системе К два события происходят на расстоянии $\Delta x = 600000$ км с интервалом $\Delta t = 1$ с.

- а) Каков класс интервала, разделяющий эти события?
- б) В какой ИСО К', движущейся относительно системы К со скоростью $v = \text{const}$, эти события окажутся одновременными?
- в) Можно ли найти систему, в которой второе событие происходит до события 1?

Количество баллов: 5

2. Контрольная работа по разделу/теме

Контрольная работа № 1

1. Каковы исторические предпосылки создания специальной теории относительности?
2. Сформулируйте постулаты СТО.
3. Вывести преобразования Лоренца для координат и времени, опираясь на постулат постоянства скорости света в вакууме.
4. Доказать относительность длины движущегося стержня (эффект сокращения длины).
5. Вывести формулу замедления времени движущихся часов.
6. Доказать релятивистскую теорему сложения скоростей, используя преобразования Лоренца.
7. Сформулируйте принцип соответствия и проиллюстрируйте его проявление в СТО.
8. Доказать инвариантность пространственно-временного интервала.
9. Приведите классификацию пространственно-временных интервалов.
10. В чем заключается парадокс близнецов?
11. Задача на применение основных положений кинематики СТО.

Контрольная работа № 2

1. Показать, что зависимость массы от скорости вытекает из релятивистской теоремы сложения скоростей.
2. Вывести соотношение Эйнштейна между массой и энергией.
3. Установите формулы, по которым преобразуются компоненты 4-вектора энергии и импульса при переходе от одной ИСО к другой.
4. Доказать инвариантность квадрата 4-вектора энергии и импульса.
5. В чем состоит релятивистское обобщение второго закона Ньютона?
Какова связь между силой и ускорением в СТО? Что такое продольная и поперечная масса?
6. Допускает ли СТО возможность движения со скоростями, превышающими скорость света? Что такое тахионы?
7. Как определяется 4-вектор скорости в динамике СТО? Докажите, что квадрат четырехмерного вектора скорости является инвариантом.
8. Используя принцип Лоренц-ковариантности, получите выражения для всех компонент силы Минковского. В чем состоит физический смысл четвертой компоненты силы Минковского?
9. Запишите преобразования для продольной и поперечной составляющих силы при переходе из одной ИСО в другую.
10. Для проверки выводов СТО необходимы частицы высоких энергий. Опишите основные типы ускорителей заряженных частиц

Количество баллов: 25

3. Реферат

Экспериментальный базис специальной теории относительности.

Опыты Майкельсон и Физо.

Методы измерения скорости света.

Количество баллов: 10

Типовые задания к разделу "Релятивистская электродинамика, оптика; элементы ОТО":

1. Задача

Фотон с частотой ω поглощается покоящимся атомом. С какой скоростью станет двигаться атом в направлении движения фотона?

Количество баллов: 5

2. Конспект по теме

Экспериментальная проверка общей теории относительности.

Открытие гравитационных волн.

Количество баллов: 5

3. Контрольная работа по разделу/теме

Контрольная работа № 3

1. Преобразования Лоренца при переходе из одной ИСО в другую для компонент электромагнитного поля.
2. Инварианты СТО.
3. Тензор электромагнитного поля.
4. Система уравнений Максвелла в Лоренц-ковариантной форме.
В качестве примеров покажите, как из этой системы можно получить:
а) первое уравнение Максвелла в проекции на ось y ;
б) второе уравнение Максвелла в проекции на ось x .
5. Используя законы сохранения энергии и импульса, докажите, что свободный электрон не может излучать фотон.
6. Получите формулу для изменения длины волны в эффекте Комптона, используя закон сохранения 4-вектора энергии-импульса (см. учебник «Квантовая механика» Свирской Л.М., часть 1, с. 40-42).
7. Задача на применение преобразований Лоренца в релятивистской электродинамике.

Количество баллов: 10

5.2.2. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о текущем контроле и промежуточной аттестации в ФГБОУ ВО «ЮУрГГПУ».

Первый период контроля

1. Дифференцированный зачет

Вопросы к зачету:

1. Постулаты СТО.
2. Преобразования Лоренца. Преобразования Галилея как частный случай преобразований Лоренца.
3. Кинематические следствия из преобразований Лоренца.
4. Пространственно-временной интервал между событиями, абсолютность интервала.
5. Типы интервалов, их связь с принципом причинности. Абсолютно будущие, абсолютно прошедшие, абсолютно удаленные события. Диаграмма Минковского.
6. 4-координаты, векторы и тензоры в СТО, законы их преобразований, матрица преобразований Лоренца. Принцип Лоренц-ковариантности и его выполнение при записи законов в 4-форме.
7. 4-скорость и 4-ускорение в СТО. Квадрат 4-скорости. Ортогональность 4-скорости и 4-ускорения.
8. Обобщенный 2-й закон Ньютона в релятивистской динамике.
9. Сила Минковского.
10. Зависимость массы от скорости, масса покоя.
11. Соотношение Эйнштейна между энергией и массой. Энергия покоя.
12. Дефект массы и энергия связи атомных ядер.
13. 4-импульс частицы, квадрат 4-импульса.
14. Связь между энергией, импульсом и массой покоя частицы.
15. Релятивистское преобразование силы при переходе из одной ИСО в другую.
16. Преобразования Лоренца для напряженностей электрического и магнитного поля.
17. 4-вектор плотности тока проводимости.
18. Тензор электромагнитного поля. Электромагнитное поле - единый материальный объект.
19. Лоренц-ковариантность уравнений Максвелла-Лоренца: тензорная запись 1 и 4, 2 и 3 уравнений Максвелла-Лоренца.
20. Инварианты в СТО.

5.3. Примерные критерии оценивания ответа студентов на экзамене (зачете):

Отметка	Критерии оценивания
"Отлично"	<ul style="list-style-type: none">- дается комплексная оценка предложенной ситуации- демонстрируются глубокие знания теоретического материала и умение их применять- последовательное, правильное выполнение всех заданий- умение обоснованно излагать свои мысли, делать необходимые выводы

"Хорошо"	<ul style="list-style-type: none"> - дается комплексная оценка предложенной ситуации - демонстрируются глубокие знания теоретического материала и умение их применять - последовательное, правильное выполнение всех заданий - возможны единичные ошибки, исправляемые самим студентом после замечания преподавателя - умение обоснованно излагать свои мысли, делать необходимые выводы
"Удовлетворительно" ("зачтено")	<ul style="list-style-type: none"> - затруднения с комплексной оценкой предложенной ситуации - неполное теоретическое обоснование, требующее наводящих вопросов преподавателя - выполнение заданий при подсказке преподавателя - затруднения в формулировке выводов
"Неудовлетворительно" ("не зачтено")	<ul style="list-style-type: none"> - неправильная оценка предложенной ситуации - отсутствие теоретического обоснования выполнения заданий

6. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Лекции

Лекция - одна из основных форм организации учебного процесса, представляющая собой устное, монологическое, систематическое, последовательное изложение преподавателем учебного материала с демонстрацией слайдов и фильмов. Работа обучающихся на лекции включает в себя: составление или слежение за планом чтения лекции, написание конспекта лекции, дополнение конспекта рекомендованной литературой.

При изучении теоретической физики очень важно посещать лекции и подробно записывать излагаемый на них материал. Это обусловлено тем, что в учебных пособиях не содержатся детальные математические преобразования. Стандартный метод изложения сводится, как правило, к замечаниям типа: «как нетрудно показать», «после несложных преобразований получим» и т.д. Однако, за этими так называемыми «несложными преобразованиями» обычно скрываются несколько страниц математических преобразований, прежде чем получится требуемый результат! Эту специфику учебных пособий необходимо иметь в виду. В процессе чтения лекций материал излагается доказательно, подробно, со всеми промежуточными выкладками. Присутствующий на лекции студент становится соучастником процесса получения всех основных физических результатов. Только таким способом, постигая шаг за шагом весьма непростые вопросы, можно понять логику дисциплины и её основное содержание.

В процессе самостоятельной работы над курсом лекций необходимо уделить внимание основным понятиям, составляющим терминологический минимум по каждому разделу, и научиться самостоятельно выводить все главные формулы и уравнения.

2. Лабораторные

Лабораторные занятия проводятся в специально оборудованных лабораториях с применением необходимых средств обучения (лабораторного оборудования, образцов, нормативных и технических документов и т.п.).

При выполнении лабораторных работ проводятся: подготовка оборудования и приборов к работе, изучение методики работы, воспроизведение изучаемого явления, измерение величин, определение соответствующих характеристик и показателей, обработка данных и их анализ, обобщение результатов. В ходе проведения работ используются план работы и таблицы для записей наблюдений.

При выполнении лабораторной работы студент ведет рабочие записи результатов измерений (испытаний), оформляет расчеты, анализирует полученные данные путем установления их соответствия нормам и/или сравнения с известными в литературе данными и/или данными других студентов. Окончательные результаты оформляются в форме заключения.

3. Практические

Практические (семинарские занятия) представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, проводятся в целях закрепления курса и охватывают все основные разделы.

Основной формой проведения практических занятий и семинаров является обсуждение наиболее проблемных и сложных вопросов по отдельным темам, а также решение задач и разбор примеров и ситуаций в аудиторных условиях.

При подготовке к практическому занятию необходимо, ознакомиться с его планом; изучить соответствующие конспекты лекций, главы учебников и методических пособий, разобрать примеры, ознакомиться с дополнительной литературой (справочниками, энциклопедиями, словарями). К наиболее важным и сложным вопросам темы рекомендуется составлять конспекты ответов. Следует готовить все вопросы соответствующего занятия: необходимо уметь давать определения основным понятиям, знать основные положения теории, правила и формулы, предложенные для запоминания к каждой теме.

В ходе практического занятия надо давать конкретные, четкие ответы по существу вопросов, доводить каждую задачу до окончательного решения, демонстрировать понимание проведенных расчетов (анализов, ситуаций), в случае затруднений обращаться к преподавателю.

4. Дифференцированный зачет

Цель дифференцированного зачета – проверка и оценка уровня полученных студентом специальных знаний по учебной дисциплине и соответствующих им умений и навыков, а также умения логически мыслить, аргументировать избранную научную позицию, реагировать на дополнительные вопросы, ориентироваться в массиве информации.

Подготовка к зачету начинается с первого занятия по дисциплине, на котором обучающиеся получают предварительный перечень вопросов к зачёту и список рекомендуемой литературы, их ставят в известность относительно критериев выставления зачёта и специфике текущей и итоговой аттестации. С самого начала желательно планомерно осваивать материал, руководствуясь перечнем вопросов к зачету и списком рекомендуемой литературы, а также путём самостоятельного конспектирования материалов занятий и результатов самостоятельного изучения учебных вопросов.

Результат дифференцированного зачета выражается оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно».

5. Реферат

Реферат – теоретическое исследование определенной проблемы, включающее обзор соответствующих литературных и других источников.

Реферат обычно включает следующие части:

1. библиографическое описание первичного документа;
2. собственно реферативная часть (текст реферата);
3. справочный аппарат, т.е. дополнительные сведения и примечания (сведения, дополнительно характеризующие первичный документ: число иллюстраций и таблиц, имеющихся в документе, количество источников в списке использованной литературы).

Этапы написания реферата

1. выбрать тему, если она не определена преподавателем;
2. определить источники, с которыми придется работать;
3. изучить, систематизировать и обработать выбранный материал из источников;
4. составить план;
5. написать реферат:
 - обосновать актуальность выбранной темы;
 - указать исходные данные реферируемого текста (название, где опубликован, в каком году), сведения об авторе (Ф. И. О., специальность, ученая степень, ученое звание);
 - сформулировать проблематику выбранной темы;
 - привести основные тезисы реферируемого текста и их аргументацию;
 - сделать общий вывод по проблеме, заявленной в реферате.

При оформлении реферата следует придерживаться рекомендаций, представленных в документе «Регламент оформления письменных работ».

6. Контрольная работа по разделу/теме

Контрольная работа выполняется с целью проверки знаний и умений, полученных студентом в ходе лекционных и практических занятий и самостоятельного изучения дисциплины. Написание контрольной работы призвано установить степень усвоения студентами учебного материала раздела/темы и формирования соответствующих компетенций.

Подготовку к контрольной работе следует начинать с повторения соответствующего раздела учебника, учебных пособий по данному разделу/теме и конспектов лекций.

Контрольная работа выполняется студентом в срок, установленный преподавателем в письменном (печатном или рукописном) виде.

При оформлении контрольной работы следует придерживаться рекомендаций, представленных в документе «Регламент оформления письменных работ».

7. Задача

Задачи позволяют оценивать и диагностировать знание фактического материала (базовые понятия, алгоритмы, факты) и умение правильно использовать специальные термины и понятия, узнавание объектов изучения в рамках определенного раздела дисциплины; умения синтезировать, анализировать, обобщать фактический и теоретический материал с формулированием конкретных выводов, установлением причинно-следственных связей.

Алгоритм решения задач:

1. Внимательно прочитайте условие задания и уясните основной вопрос, представьте процессы и явления, описанные в условии.
2. Повторно прочтите условие для того, чтобы чётко представить основной вопрос, проблему, цель решения, заданные величины, опираясь на которые можно вести поиск решения.
3. Произведите краткую запись условия задания.
4. Если необходимо, составьте таблицу, схему, рисунок или чертёж.
5. Установите связь между искомыми величинами и данными; определите метод решения задания, составьте план решения.
6. Выполните план решения, обосновывая каждое действие.
7. Проверьте правильность решения задания.
8. Произведите оценку реальности полученного решения.
9. Запишите ответ.

8. Конспект по теме

Конспект – это систематизированное, логичное изложение материала источника.

Различаются четыре типа конспектов.

План-конспект – это развернутый детализированный план, в котором достаточно подробные записи приводятся по тем пунктам плана, которые нуждаются в пояснении.

Текстуальный конспект – это воспроизведение наиболее важных положений и фактов источника.

Свободный конспект – это четко и кратко сформулированные (изложенные) основные положения в результате глубокого осмысливания материала. В нем могут присутствовать выписки, цитаты, тезисы; часть материала может быть представлена планом.

Тематический конспект – составляется на основе изучения ряда источников и дает более или менее исчерпывающий ответ по какой-то теме (вопросу).

В процессе изучения материала источника, составления конспекта нужно обязательно применять различные выделения, подзаголовки, создавая блочную структуру конспекта. Это делает конспект легко воспринимаемым, удобным для работы.

Этапы выполнения конспекта:

1. определить цель составления конспекта;
2. записать название текста или его части;
3. записать выходные данные текста (автор, место и год издания);
4. выделить при первичном чтении основные смысловые части текста;
5. выделить основные положения текста;
6. выделить понятия, термины, которые требуют разъяснений;
7. последовательно и кратко изложить своими словами существенные положения изучаемого материала;
8. включить в запись выводы по основным положениям, конкретным фактам и примерам (без подробного описания);
9. использовать приемы наглядного отражения содержания (абзацы «ступеньками», различные способы подчеркивания, шрифт разного начертания, ручки разного цвета);
10. соблюдать правила цитирования (цитата должна быть заключена в кавычки, дана ссылка на ее источник, указана страница).

7. ПЕРЕЧЕНЬ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

1. Развивающее обучение
2. Проблемное обучение

8. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ

1. компьютерный класс – аудитория для самостоятельной работы
2. учебная аудитория для лекционных занятий
3. учебная аудитория для семинарских, практических занятий
4. Лицензионное программное обеспечение:
 - Операционная система Windows 10
 - Microsoft Office Professional Plus
 - Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Стандартный Russian Edition
 - Справочная правовая система Консультант плюс
 - 7-zip
 - Adobe Acrobat Reader DC