

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет
им. Н.И. Лобачевского»**

Радиофизический факультет
(факультет / институт / филиал)

УТВЕРЖДЕНО
решением ученого совета ННГУ
протокол от
«31» мая 2023 г. № 6

Рабочая программа дисциплины

Специальная теория относительности
(наименование дисциплины (модуля))

Уровень высшего образования
бакалавриат

(бакалавриат / магистратура / специалитет)

Направление подготовки / специальность
03.03.03 Радиофизика

(указывается код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность образовательной программы
Фундаментальная радиофизика

(указывается профиль / магистерская программа / специализация)

Форма обучения
очная

(очная / очно-заочная / заочная)

Нижегород

2023 год

1. Место дисциплины в структуре ООП

№ варианта	Место дисциплины в учебном плане образовательной программы	Стандартный текст для автоматического заполнения в конструкторе РПД
2	Блок 1. Дисциплины (модули) Часть, формируемая участниками образовательных отношений	Дисциплина <i>Б1.В.06, специальная теория относительности</i> относится к части ООП направления подготовки <i>03.03.03 Радиофизика</i> , формируемой участниками образовательных отношений.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	
ПК-1. Способен анализировать текущую научную и	ПК-1.1. Применяет основные методы анализа текущей	Знать современные образовательные и информационные технологии, чтобы самостоятельно приобретать новые знания об основных принципах и	Собеседование, задачи и задания

научно-техническую литературу в области физики и радиофизики.	научной и научно-технической литературы в области физики и радиофизики. ПК-1.2. Анализирует текущую научную и научно-техническую литературу в области физики и радиофизики.	возможностях применения уравнений (законов) электродинамики, релятивистской кинематики и механики движущихся тел для решения конкретных задач в области радиофизики и радиоэлектроники. Уметь самостоятельно приобретать новые знания об основных принципах и уравнениях (законах) электродинамики, релятивистской кинематики и механики движущихся тел, используя современные образовательные и информационные технологии, а также критически анализируя наблюдаемые эффекты и результаты физических экспериментов в области радиофизики и радиоэлектроники. Владеть современными образовательными и информационными технологиями и правильно использовать общенаучную и специальную терминологию, касающуюся основных принципов и уравнений (законов) электродинамики, релятивистской кинематики и механики движущихся тел, чтобы самостоятельно приобретать новые знания для корректной интерпретации наблюдаемых эффектов и результатов физических экспериментов в области радиофизики и радиоэлектроники.	Собеседование, задачи и задания
ПК-2. Способен осваивать и применять новейшие методы проведения теоретических и экспериментальных исследований в области радиофизики.	ПК-2.1. Обладает базовыми знаниями, необходимыми для освоения новейших методов проведения теоретических и экспериментальных исследований в области	Знает новейшие методы проведения теоретических и экспериментальных исследований в области радиофизики. Умеет применять базовые знания для освоения новейших методов проведения теоретических и экспериментальных исследований в области радиофизики. Имеет практический опыт освоения новейших методов проведения теоретических и экспериментальных	Собеседование, задачи и задания

	<p>радиофизики. ПК-2.2. Осваивает и применяет новейшие методы проведения теоретических и экспериментальных исследований в области радиофизики.</p>	<p>исследований в области радиофизики. Знает новейшие методы проведения теоретических и экспериментальных исследований в области радиофизики.</p> <p>Умеет применять новейшие методы проведения теоретических и экспериментальных исследований в области радиофизики.</p> <p>Имеет практический опыт освоения и применения новейших методов теоретических и экспериментальных исследований в области радиофизики.</p>	Практическое задание
--	--	---	----------------------

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная форма обучения
Общая трудоемкость	2 ЗЕТ
Часов по учебному плану	72
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа): - занятия лекционного типа - занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	32
самостоятельная работа	39
КСР	1
Промежуточная аттестация – зачет	

3.2. Содержание дисциплины

		в том числе	
	Всего	Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них	Самостоятельная работа

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины	(часы)	Занятия лекционного типа					Занятия семинарского типа			Занятия лабораторного типа			Всего					
	Очная	Очно-заочная	Заочная	Очная	Очно-заочная	Заочная	Очная	Очно-заочная	Заочная	Очная	Очно-заочная	Заочная	Очная	Очно-заочная	Заочная	Очная	Очно-заочная	Заочная
Введение	4			2									2			2		
Кинематика СТО	9			4									4			5		
Релятивистская механика	9			4									4			5		
Ковариантная форма уравнений электродинамики в вакууме	7			3									3			4		
Ковариантная запись силовых и энергетических соотношений в электродинамике	9			4									4			5		
Движение заряженных частиц в магнитном поле.	9			4									4			5		
Поля, создаваемые движущимися зарядами.	11			5									5			6		
Электромагнитная масса электрона и её использование в классической электронной теории	5			2									2			3		
Электродинамика движущихся сред.	8			4									4			4		
В т.ч.текущий контроль	1			1									1					
Промежуточная аттестация - зачет																		

Практические занятия (семинарские занятия /лабораторные работы) организуются, в том числе в форме практической подготовки, которая предусматривает участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

На проведение практических занятий (семинарских занятий /лабораторных работ) в форме практической подготовки отводится 4 часов.

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Еженедельно текст каждой прочитанной лекции вместе с соответствующими контрольными вопросами из списка и типовыми задачами рассылается старостам академических групп для стимулирования самостоятельной внеаудиторной работы студентов, а также формирования компетенций ПК-1 и ПК-2.

5. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю),

включающий:

5.1. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	Шкала оценивания сформированности компетенций						
	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено		зачтено				
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки.	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок.	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько незначительных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений . Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки.	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи . Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными незначительными недочетами, выполнены все задания в полном	Продemonстрированы все основные умения,. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов

			объеме.	недочетами.		объеме.	
<u>Навыки</u>	Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки.	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.	Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

Шкала оценки при промежуточной аттестации

Зачтено	Отличная, хорошая или удовлетворительная подготовка. Студент на удовлетворительно или лучше отвечает на вопросы программы—минимум и основные вопросы билета, а также на большинство дополнительных вопросов.
Не зачтено	Студент показывает неудовлетворительное знание основ курса и базовых понятий, допускает значительные ошибки при ответах на большинство дополнительных вопросов. Необходима дополнительная подготовка для успешного прохождения испытания.

5.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения.

5.2.1 Контрольные вопросы

вопросы	Код формируемой компетенции
Понятие инерциальной системы отсчёта (ИСО).	ПК-1
Принцип относительности Галилея.	ПК-2
Формулировки и содержания постулатов Эйнштейна.	ПК-1
Каноническая форма уравнений Максвелла в вакууме: 4-потенциал и 4-плотность тока в 4-пространстве.	ПК-2
Условия ковариантности уравнений Максвелла в ИСО.	ПК-1
Интервал между мировыми координатами двух событий в ИСО.	ПК-2
Содержание понятия инвариантность интервала.	ПК-1
Содержание понятия преобразования Лоренца.	ПК-2
Световой конус и мировые линии в 4-мерном пространстве.	ПК-1
Понятие относительность одновременности двух событий.	ПК-2
Понятие собственного времени объекта.	ПК-1
Содержание понятия лоренцево сокращение длины движущегося масштаба.	ПК-2
Содержание закона сложения скоростей.	ПК-1
Содержание понятий инвариантность фазы плоской волны и 4-вектор волнового числа.	ПК-2
Физическое содержание и аналитическое описание эффекта	ПК-1

Допплера.	
Действие и функция Лагранжа свободной материальной частицы в ИСО.	ПК-2
Импульс и энергия свободной материальной частицы.	ПК-1
Уравнение движения релятивистской частицы в 3-мерном пространстве.	ПК-2
4-скорость и 4-импульс свободной материальной частицы.	ПК-1
Ковариантная форма уравнения движения частицы в ИСО и 4-сила Минковского.	ПК-2
Тензор электромагнитного поля и ковариантная форма уравнений электродинамики в вакууме.	ПК-1
Форма и содержание закона преобразования полей.	ПК-2
Инварианты тензора электромагнитного поля.	ПК-1
4-вектор плотности силы Лоренца и его связь с тензором электромагнитного поля.	ПК-2
4-вектор плотности силы Лоренца и его связь с электромагнитным тензором энергии-импульса.	ПК-1
Закон сохранения энергии в электродинамике.	ПК-2
Закон сохранения импульса в электродинамике.	ПК-1
Действие и функция Лагранжа заряженной частицы в заданном электромагнитном поле.	ПК-2
Импульс заряженной частицы в заданном электромагнитном поле.	ПК-1
Энергия заряженной частицы в заданном электромагнитном поле.	ПК-2
Уравнение движения заряженной частицы в заданном электромагнитном поле.	ПК-1
Потенциалы Льенара-Вихерта неравномерно движущегося электрона.	ПК-2
Излучение неравномерно движущегося на малой скорости заряда (формула Лармора).	ПК-1
Тормозное излучение заряда.	ПК-2
Синхротронное (магнитотормозное) излучение заряда.	ПК-1
Излучение Вавилова-Черенкова.	ПК-2
Гипотезы теории электромагнитной массы и радиус электрона.	ПК-1
Сила реакции излучения и уравнение Абрагама-Лоренца.	ПК-2
Макроскопическая плотность тока.	ПК-1
Макроскопическая плотность заряда.	ПК-2
Макроскопические уравнения электродинамики в 3-мерном пространстве.	ПК-1
Тензор электрической и магнитной поляризации.	ПК-2
Тензор возбуждения электромагнитного поля.	ПК-1
Ковариантная форма макроскопических уравнений электродинамики.	ПК-2
Преобразование поляризаций среды.	ПК-1

Преобразование полей и индукций электромагнитного поля.	ПК-2
Материальные уравнения Минковского.	ПК-1
Граничные условия в движущемся диэлектрике.	ПК-2
Инвариантность фазы плоской волны и эффект Доплера в движущейся среде.	ПК-1

5.2.2. Типовые задания для оценки сформированности компетенции ПК-1

Задание 1. Объяснить содержание понятия **принцип относительности Галилея**.

Задание 2. Привести формулировки **постулатов Эйнштейна** и объяснить их содержания.

5.2.3. Типовые задания для оценки сформированности компетенции ПК-2

Задание 1. Объяснить содержание понятия **инерциальная система отсчёта (ИСО)**.

Задание 2. Записать уравнения Максвелла в вакууме в канонической форме с участием 4-потенциала и 4-плотности тока.

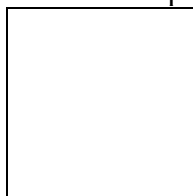
5.2.4. Типовые задачи для оценки сформированности компетенции ПК-1

Задача 1. Пусть система S' движется относительно системы S со скоростью V вдоль оси z . Часы, покоящиеся в S' в точке (x'_0, y'_0, z'_0) , в момент t'_0 проходят мимо точки (x_0, y_0, z_0) в системе S , где находятся часы, показывающие в этот момент время t_0 . Написать формулы **преобразования Лоренца** для этого случая. **Б. № 543**

Задача 2. Пусть для измерения времени используется периодический процесс отражения светового “зайчика” попеременно от двух зеркал, укрепленных на концах стержня длиной l . Один период – это время движения “зайчика” от одного зеркала до другого и обратно. Световые часы неподвижны в системе S' и ориентированы параллельно направлению движения. Показать, что интервал собственного времени $d\tau$ выражается через промежуток

времени dt в системе S формулой

Б. № 547.....



5.2.5. Типовые задачи для оценки сформированности компетенции ПК-2

Задача 1. Найти частоту ω световой волны, наблюдаемую при поперечном эффекте Доплера (направление распространения света перпендикулярно направлению движения источника в системе, связанной с приемником света). Каково направление распространения рассматриваемой волны в системе, связанной с источником? **Б. № 575**

Задача 2. На плоское зеркало падает свет под углом α . Зеркало движется равномерно со скоростью \vec{v} в направлении нормали к его поверхности в сторону распространения падающего света. Определить угол отражения. **В. 4.35**

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М.. Теория поля. М.: Наука, 1988, 512 с.
2. Джексон Дж. Классическая электродинамика. М.: Мир, 1965, 702 с.
3. Пановский В., Филипс М.. Классическая электродинамика. М.: Физматгиз, 1963, 432 с.
4. Терлецкий Я.П., Рыбаков Ю.П. Электродинамика. М.: Высшая школа, 1980, 335 с.
5. Угаров В.А.. Специальная теория относительности. М.: Наука, 1977, 583 с.
6. Петрова И.Э., Орлов А.В. Оценка сформированности компетенций. Учебно-методическое пособие. Нижний Новгород: ННГУ, 2016. 48 с.
7. Методические материалы по определению процедур оценивания сформированности компетенци/. Составители: Болховская О.В., Горбунов А.А., Грибова Е.З. и др. Учебно-методическое пособие. Н. Новгород: ННГУ, 20__ [Электронный ресурс]. URL: http://www.unn.ru/books/met_files/met_mat_Mil.pdf. Рег. номер 1496.17.04 (дата обращения 29.05.20__).
8. Сердюцкий, Виталий Андреевич, Макроскопическая электродинамика : учебное пособие /В. А. Сердюцкий; Томский политехнический университет. — Томск: Изд-во ТПУ, 2008. — 249 с.: ил.. — Библиогр.: с. 241.. — ISBN 5-98298-342-X.

б) дополнительная литература:

1. Зоммерфельд А. Электродинамика. М.: ИЛ, 1958, 502 с.
2. Тоннела М.-А. Основы электромагнетизма и теории относительности. М.: ИЛ, 1962, 483 с.
3. Новаку В. Введение в электродинамику. М.: ИЛ, 1963,с.
4. Бредов М.М., Румянцев В.В., Топтыгин И.Н. Классическая электродинамика. М.: Наука, 2003, 400 с.
5. Фейнман Р., Лейтон Р., Сэндс М. Фейнмановские лекции по физике. Вып.2. Пространство, время, движение. М.: Мир, 1965, 168 с. Вып.6. Электродинамика. М.: Мир, 1966, 259 с.
6. Меллер К. Теория относительности. М.: Атомиздат, 1975, 400 с.

Сборники задач

1. Векштейн Е.Г. Сборник задач по электродинамике. М.: Высшая школа, 1966, 287 с.
2. Батыгин В.В., Топтыгин И.Н. Сборник задач по электродинамике. М., Наука, 1970, 503 с.
3. Батыгин В.В., Топтыгин. И.Н. Сборник задач по электродинамике и специальной теории относительности. СПб.: Лань, 2010, 474 с.

в) Программное обеспечение и Интернет-

ресурсы Имеются Интернет-ресурсы по всем разделам дисциплины.

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения:

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной

техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО – бакалавриат по направлению подготовки 03.03.03 Радиофизика, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования РФ от 7 августа 2020 г. N 912.

Автор (ы) Миловский Н.Д.

Заведующий кафедрой Бакунов МИ.

Программа одобрена на заседании методической комиссии радиофизического факультета/института

от «25» мая 2023 года, протокол № 04/23.