

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ С.А. ЕСЕНИНА»

Утверждаю:
Декан
физико-математического
факультета
Н.Б. Федорова
«30» августа 2019 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ЭЛЕКТРОДИНАМИКА

Уровень основной образовательной программы: бакалавриат

Направление подготовки: 16.03.01 Техническая физика

Профиль: Физическая электроника

Форма обучения: очная

Сроки освоения ОПОП: 4 года (нормативный)

Факультет: физико-математический

Кафедра: общей и теоретической физики и МПФ

Рязань, 2019

ВВОДНАЯ ЧАСТЬ

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения учебной дисциплины «Электродинамика» является формирование у обучающихся теоретических знаний и практических навыков по главным положениям классической теории электромагнитного поля в вакууме и веществе в соответствии с содержанием дисциплины.

МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП БАКАЛАВРИАТА

2.1. Учебная дисциплина Электродинамика относится к Блоку 1, циклу Б.1.Б.9. относится базовой части Блока 1 (обязательные дисциплины).

2.2. Для изучения данной учебной дисциплины необходимы следующие знания, умения и владения, формируемые предшествующими дисциплинами:

математика

физика

электроника и схемотехника

2.3. Перечень последующих учебных дисциплин, для которых необходимы знания, умения, владение, формируемые данной учебной дисциплиной:

статистическая физика

экспериментальные методы исследования

численные методы технической физики

квантовая электроника

2.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся общекультурных (ОК), общепрофессиональных (ОПК) и профессиональных (ПК) компетенций:

№ п/п	Номер/индекс компетенции	Содержание компетенции (или ее части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
			Знать	Уметь	Владеть
1	2	3	4	5	6
1.	ОПК-1	Способность использовать фундаментальные законы и основные законы естественно-научных дисциплин в профессиональной деятельности.	физические величины и единицы их измерения (в гауссовской системе и системе СИ); уравнения Максвелла в вакууме и средах; преобразования Лоренца и важнейшие эффекты СТО	идентифицировать изучаемые электродинамические процессы в вакууме или среде и применить адекватные модели и математические методы для их описания; дать математический и физический анализ полученных результатов; использовать при расчетах свойства релятивистской инвариантности и релятивистскую кинематику	математическим аппаратом теории поля; методами расчета потенциалов и полей от простейших источников; методами расчета мощности излучения в нерелятивистском и релятивистском случаях.

2.5. Карта компетенций дисциплины

Наименование дисциплины: **Электродинамика**

Цель дисциплины	Целью освоения учебной дисциплины « Электродинамика » является формирование у обучающихся теоретических знаний и практических навыков по главным положениям классической теории электромагнитного поля в вакууме и веществе в соответствии с содержанием дисциплины.
-----------------	---

Общепрофессиональные компетенции

Компетенции		Перечень компонентов	Технология формирования	Форма оценочного средства	Уровень освоения компетенций
Индекс	Формулировка				
ОПК-1	способность использовать фундаментальные законы и основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности	<p>Знать. Физические величины и единицы их измерения (в гауссовской системе и системе СИ). Уравнения Максвелла в вакууме и средах. Преобразования Лоренца и важнейшие эффекты СТО</p> <p>Уметь. Идентифицировать изучаемые электродинамические процессы в вакууме или среде и применить адекватные модели и математические методы для их описания.</p>	Путем проведения лекционных и практических занятий, применения новых образовательных технологий, организации самостоятельных работ.	Решение задач по курсу, ИДЗ, Экзамен	<p>Пороговый Знает и умеет вычислять основные дифференциальные операторы для часто встречающихся выражений Способен решать простейшие дифференциальные уравнения</p> <p>Повышенный Владеет современными понятиями моделирования Способен самостоятельно анализировать профессиональные задачи и сводить их к дифференциальным уравнениям</p>

		<p>Дать математический и физический анализ полученных результатов.</p> <p>Использовать при расчетах свойства релятивистской инвариантности и релятивистскую кинематику.</p> <p>Владеть.</p> <p>Математическим аппаратом теории поля; методами расчета потенциалов и полей от простейших источников.</p> <p>Методами расчета мощности излучения в нерелятивистском и релятивистском случаях.</p>			
--	--	--	--	--	--

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

1. ОБЪЕМ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры
		№ 5 часов
1	2	3
1. Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) (всего)	54	54
В том числе:		
Лекции (Л)	18	18
Практические занятия (ПЗ), Семинары (С)	36	36
Лабораторные работы (ЛР)		
2. Самостоятельная работа студента (всего)	54	54
В том числе		
<i>СРС в семестре:</i>		
Курсовая работа	КП	-
	КР	-
Другие виды СРС:	54	54
Решение стандартных задач	10	10
Разбор нестандартных задач	10	10
Изучение и конспектирование основной и дополнительной литературы.	10	10
Выполнение индивидуального домашнего задания	24	24
<i>СРС в период сессии</i>	36	36
Вид промежуточной аттестации	зачет (З),	
	экзамен (Э)	+
ИТОГО: Общая трудоемкость	часов	144
	зач. ед.	4

2.СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1.Содержание разделов учебной дисциплины

№ семестра	№ раздела	Наименование раздела учебной дисциплины	Содержание раздела в дидактических единицах
5	1	Уравнения Максвелла и законы сохранения	Ведение. Плотности электрического заряда и тока. Сила Лоренца и напряжённости электромагнитного поля. Скалярные уравнения Максвелла. Векторные уравнения Максвелла. Принцип суперпозиции. Граничные условия. Закон сохранения и уравнение непрерывности для электрического заряда. Законы сохранения и уравнения непрерывности для энергии и импульса электромагнитного поля. Математический аппарат. Уравнения Максвелла. Законы сохранения.
	2	Электромагнитные потенциалы	Связь с напряжённостями поля и калибровка потенциалов. Уравнения Пуассона и Даламбера. Запоздывающие потенциалы. Потенциалы Лиенара-Вихерта. Напряжённости поля точечного заряда.
	3	Стационарные поля	Уравнения Максвелла для стационарных полей. Уравнения Пуассона. Закон Кулона. Законы Био-Савара и Ампера. Разложение стационарных полей по мультиполям. Электрические и магнитные моменты. Собственная энергия и энергия взаимодействия.
	4	Излучение и рассеяние электромагнитных волн	Волновые уравнения. Плоские и сферические волны. Монохроматические волны. Электрическое дипольное излучение. Реакция излучения. Излучение гармонического осциллятора. Общий случай излучения. Рассеяние волн. Сечение рассеяния. Рассеяние волн гармоническим осциллятором и их системой.
	5	Специальная теория относительности	Принцип относительности Эйнштейна. Преобразования Лоренца и их следствия. Четырёхмерный мир: события, мировые линии и интервалы. Четырёхмерные тензоры и дифференциальные операции. Ковариантная форма основных уравнений электродинамики. Преобразования напряженностей поля. Инварианты поля. Принцип наименьшего действия в электродинамике.
	6	Уравнения Максвелла и матери-	Осреднение микроскопических уравнений Максвелла. Проблема материальных уравне-

		альные соотношения в веществе	ний. Поляризация и намагничение вещества. Обобщённый вектор электрической индукции. Среды без дисперсии. Простейшие материальные уравнения. Закон сохранения энергии. Среды с дисперсией. Тензор комплексной диэлектрической проницаемости. Формулы Крамера-Кронига
	7	Стационарные и квазистационарные поля и электрические токи в средах	Уравнения Максвелла и граничные условия для стационарных полей. Методы решения задач электростатики. Энергия заряженных проводников. Ёмкостные коэффициенты. Силы, действующие на проводники и диэлектрики. Закон Ома. Магнитное поле и энергия постоянных токов. Индуктивные коэффициенты. Уравнения для квазистационарного поля. Скин-эффект. Квазистационарный ток в линейных проводниках.
	8	Электромагнитные волны в средах	Плоские электромагнитные волны в однородных средах. Излучение электромагнитных волн локализованным источником. Отражение и преломление волн. Волноводы

2.2. Разделы учебной дисциплины, виды учебной деятельности и формы контроля

№ семестра	№ раздела	Наименование раздела учебной дисциплины	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов (в часах)					Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестрам)
			Л	ЛР	ПЗ	СРС	всего	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
5	1	Уравнения Максвелла и законы сохранения	2		4	7	13	Решение аудиторных и проверка решения домашних задач. (1-2 недели)
	2	Электромагнитные потенциалы	2		4	7	13	Решение аудиторных и проверка решения домашних задач. (3-4 недели)
	3	Стационарные поля	2		4	7	13	Решение аудиторных и проверка решения домашних за-

							дач.(5-6 недели)
4	Излучение и рассеяние электромагнитных волн	2		4	6	12	Решение аудиторных и проверка решения домашних задач.(7-8 недели)
5	Специальная теория относительности	2		4	6	12	Решение аудиторных и проверка решения домашних задач.(9-10 недели)
6	Уравнения Максвелла и материальные соотношения в веществе	3		6	7	16	Решение аудиторных и проверка решения домашних задач.(11-13 недели)
7	Стационарные и квазистационарные поля и электрические токи в средах	3		6	7	16	Решение аудиторных и проверка решения домашних задач.(14-16 недели)
8	Электромагнитные волны в средах	2		4	7	13	Решение аудиторных и проверка решения домашних задач.(17-18 недели)
Разделы дисциплин №1-8						36	Экзамен
	Итого за семестр	18		36	54	108	
	ИТОГО	18		36	54	144	

**2.3. Лабораторный практикум
не предусмотрен**

**2.4. Примерная тематика курсовых работ
не предусмотрены**

3. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТА

3.1. Виды СРС

№ семестра	№ раз-	Наименование раздела учебной дисциплины	Виды СРС	Всего часов
5	1	Уравнения Максвелла и законы сохранения Электромагнитные потенциалы. Стационарные поля. Излучение и рассеяние электромагнитных волн.	Решение стандартных задач	2
			Разбор нестандартных задач	1
			Изучение и конспектирование основной и дополнительной литературы.	1
			Выполнение индивидуального домашнего задания	3
	2	Специальная теория относительности Уравнения Максвелла и материальные соотношения в веществе Стационарные и квазистационарные поля и электрические токи в средах	Решение стандартных задач	2
			Разбор нестандартных задач	1
			Изучение и конспектирование основной и дополнительной литературы.	1
			Выполнение индивидуального домашнего задания	3
	3	Электромагнитные волны в средах Уравнения Максвелла и законы сохранения Электромагнитные потенциалы	Решение стандартных задач	2
			Разбор нестандартных задач	1
			Изучение и конспектирование основной и дополнительной литературы.	1
			Выполнение индивидуального домашнего задания	3
	4	Стационарные поля Излучение и рассеяние электромагнитных волн Специальная теория относительности	Решение стандартных задач	2
			Разбор нестандартных задач	1
			Выполнение индивидуального домашнего задания	3
	5	Уравнения Максвелла и материальные соотношения в веществе Стационарные и квазистационарные поля и электрические токи в средах	Решение стандартных задач	2
			Разбор нестандартных задач	1
			Выполнение индивидуального домашнего задания	3

	6	Уравнения Максвелла и законы сохранения.	Решение стандартных задач	2
			Разбор нестандартных задач	1
			Изучение и конспектирование основной и дополнительной литературы.	1
			Выполнение индивидуального домашнего задания	3
	7	Стационарные и квазистационарные поля и электрические токи в средах	Решение стандартных задач	2
			Разбор нестандартных задач	1
			Изучение и конспектирование основной и дополнительной литературы.	1
			Выполнение индивидуального домашнего задания	3
	8	Электромагнитные волны в средах	Решение стандартных задач	2
			Разбор нестандартных задач	1
			Изучение и конспектирование основной и дополнительной литературы.	1
			Выполнение индивидуального домашнего задания	3
	1-8	Экзамен	Изучение конспектов лекций по теме 1	4
			Изучение конспектов лекций по теме 2	4
			Изучение конспектов лекций по теме 3	4
			Изучение конспектов лекций по теме 4	4
			Изучение конспектов лекций по теме 5	4
			Изучение конспектов лекций по теме 6	4
			Изучение конспектов лекций по теме 7	4
Изучение конспектов лекций по теме 8			4	
Изучение основной и дополнительной литературы			2	
Работа со справочными материалами			2	
ИТОГО в семестре			54	
ВСЕГО			54	

3.3. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНАМ

1. Основные свойства пространства и времени в классической механике.
2. Преобразования Галилея.
3. Классификация связей. Конфигурационное пространство.
4. Вариационные принципы механики.
5. Принцип Гамильтона.
6. Основные свойства функции Лагранжа и уравнений Лагранжа.
7. Функция Лагранжа свободной частицы.
8. Функция Лагранжа и уравнения движения системы взаимодействующих частиц.
9. Гармонизация функции Лагранжа. Одномерный гармонический осциллятор.
10. Закон сохранения энергии. Общие свойства одномерного движения.
11. Законы сохранения импульса и момента импульса.
12. Общие свойства движения в центральном поле.
13. Нахождение траектории частицы в центральном поле.
14. Задача Кеплера.
15. Движение частицы в кулоновском поле отталкивания.
16. Упругие и неупругие столкновения частиц.
17. Эффективное сечение рассеяния. Формула Резерфорда.
18. Канонические уравнения движения. Фазовое пространство.
19. Интегралы движения и скобки Пуассона.
20. Канонические преобразования. Производящие функции.
21. Теорема Лиувилля.
22. Уравнение Гамильтона-Якоби. Общий интеграл.
23. Интегрирование уравнений движения методом Гамильтона – Якоби.
24. Уравнения движения для неинерциальных систем отсчета.
25. Кинематика твердого тела. Угловая скорость.
26. Тензор инерции.
27. Динамические уравнения Эйлера.

4. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

4.1. Виды контроля и аттестации, формы оценочных средств

(см. Фонд оценочных средств)

4.2. Рейтинговая система оценки знаний обучающихся по учебной дисциплине

Рейтинговая система не используется

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература

№ п/п	Автор (ы), наименование, место издания и издательство, год	Используется при изучении разделов	Семестр	Количество экземпляров	
				В библиотеке	На кафедре
1	2	3	4	5	6
1.	В.В. Батыгин, И.Н. Топтыгин, Сборник задач по электродинамике и специальной теории относительности: учеб. пособие, СПб.: Лань, 2010	1-8	5	5	
2.	М. М. Бредов, В. В. Румянцев, И. Н. Топтыгин. Классическая электродинамика: учеб. пособие, СПб.; М.; Краснодар: Лань, 2003	1-8		5	

5.2. Дополнительная литература

№ п/п	Автор (ы), наименование, место издания и издательство, год	Используется при изучении разделов	Семестр	Количество экземпляров	
				В библиотеке	На кафедре
1	2	3	4	5	6
1.	А. И. Алексеев, Сборник задач по классической электродинамике: учеб. пособие. СПб.: Лань, 2008	1-8	5	5	
2.	В. В. Батыгин, И. Н. Топтыгин, Современная электродинамика: учеб. пособие. М.; Ижевск: Ин-т компьютер. исслед., 2003	1-8	5	5	
3.	В. В. Никольский, Т. И. Никольская. Электродинамика и распространение радиоволн : учеб. пособие для вузов. М. : Наука, 1989	1-8	5	5	
4.	И. Н. Топтыгин. Современная электродинамика: учеб. Пособие. М.; Ижевск: Ин-т компьютер. исслед., 2005	1-8	5	5	
5.	А. А. Власов. Макроскопическая электродинамика: учеб. пособие. М.: Физматлит, 2005	1-8	5	5	

5.3. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы: Отсутствуют

5.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее – сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины

1. Запрягаев С. А. Электродинамика: курс лекций [Интернет-ресурс] / С. А. Запрягаев. – Воронеж: ВГУ НОЦ «ВПННС», 2003. – Режим доступа: <http://www.rec.vsu.ru/rus/ecourse/eldin/> – (Дата обращения – 15.08. 2019).
2. Классическая электродинамика: раздел электронной библиотеки [Интернет-ресурс] / Образовательный проект А. Н. Варгина. – 2009. – Режим доступа: http://www.ph4s.ru/book_ph_elektromagn.html. – (Дата обращения – 15.08. 2019).
3. Яковлев В. И. Классическая электродинамика: учебное пособие. Ч.1 [Электронный ресурс] / В. И. Яковлев. – Новосибирск: НГУ ИТПМ, 2003. – 267 с. – Режим доступа: <http://www.phys.nsu.ru/cherk/Eldin/KISHEAD.pdf>. (Дата обращения – 15.08. 2019).
4. Яковлев В. И. Классическая электродинамика: учебное пособие. Ч.2 [Электронный ресурс] / В. И. Яковлев. – Новосибирск: НГУ ИТПМ, 2009. – 302 с. – Режим доступа: <http://www.phys.nsu.ru/cherk/Eldin/Yakovlev2.pdf> . (Дата обращения – 15.08. 2019)

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Требования к аудиториям (помещениям, местам) для проведения занятий: стандартно оборудованные лекционные аудитории для проведения интерактивных лекций: видеопроектор, экран настенный, компьютерный класс.

6.2. Требования к оборудованию рабочих мест преподавателя и обучающихся: видеопроектор, ноутбук, переносной экран. В компьютерном классе должны быть установлены средства MS Office: Word, Excel, Power Point и др. (или свободно распространяемое ПО – пакет с аналогичными возможностями).

6.3. Требования к специализированному оборудованию:

7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ (*Заполняется только для стандарта ФГОС ВПО*)

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО УСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Вид учебных занятий	Организация деятельности студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначить во-

	просы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии.
Практические занятия	Проработка рабочей программы дисциплины, уделяя особое внимание целям и задачам, структуре и содержанию дисциплины. Конспектирование источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы, решение задач по алгоритму и др.
Контрольная работа/индивидуальные задания	Знакомство с основной и дополнительной литературой, включая справочные издания, зарубежные источники, конспект основных положений, терминов, сведений, требующихся для запоминания и являющихся основополагающими в этой теме. Составление аннотаций к прочитанным литературным источникам и др.
Подготовка к экзамену	При подготовке к зачету необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и др.

9. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ, ВКЛЮЧАЯ ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ

1. Проверка домашних заданий и консультирование посредством электронной почты.
2. Использование слайд-презентаций при проведении практических занятий.

10. ТРЕБОВАНИЯ К ПРОГРАММНОМУ ОБЕСПЕЧЕНИЮ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

1. Операционная система Windows Pro (договор №Tr000043844 от 22.09.15г.);
2. Антивирус Kaspersky Endpoint Security (договор №14/03/2019-0142 от 30/03/2019г.);
3. Офисное приложение LibreOffice (свободно распространяемое ПО);
4. Архиватор 7-zip (свободно распространяемое ПО);
5. Браузер изображений FastStoneImageViewer (свободно распространяемое ПО);
6. PDF ридер FoxitReader (свободно распространяемое ПО);
7. PDF принтер doPdf (свободно распространяемое ПО);
8. Медиа проигрыватель VLC media player (свободно распространяемое ПО);
9. Запись дисков ImageBurn (свободно распространяемое ПО);
10. DJVU браузер DjVu Browser Plug-in (свободно распространяемое ПО);

11. ИНЫЕ СВЕДЕНИЯ.

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине для промежуточного контроля успеваемости

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины (результаты по разделам)	Код контролируемой компетенции или её части	Наименование оценочного средства
1.	Уравнения Максвелла и законы сохранения. Электромагнитные потенциалы. Стационарные поля. Излучение и рассеяние электромагнитных волн.	ОПК-1 ПК-10	Экзамен
2.	Специальная теория относительности Уравнения Максвелла и материальные соотношения в веществе. Стационарные и квазистационарные поля и электрические токи в средах		
3.	Электромагнитные волны в средах Уравнения Максвелла и законы сохранения. Электромагнитные потенциалы		
4.	Стационарные поля. Излучение и рассеяние электромагнитных волн Специальная теория относительности		
5.	Уравнения Максвелла и материальные соотношения в веществе Стационарные и квазистационарные поля и электрические токи в средах		
6.	Уравнения Максвелла и законы сохранения.		
7.	Стационарные и квазистационарные поля и электрические токи в средах		
8.	Электромагнитные волны в средах		

Требования к результатам обучения по учебной дисциплине.

Индекс компетенции	Содержание компетенции	Элементы компетенции	Индекс элемента
1	2	3	4
ОПК-1	Способность использовать фунда-	Знать.	
		физические величины и едини-	ОПК1 31

ментальные законы и основные законы естественно-научных дисциплин в профессиональной деятельности.	цы их измерения (в гауссовской системе и системе СИ)	
	уравнения Максвелла в вакууме и средах; преобразования Лоренца и важнейшие эффекты СТО	ОПК1 32
	Уметь.	
	идентифицировать изучаемые электродинамические процессы в вакууме или среде и применить адекватные модели и математические методы для их описания	ОПК 1 У1
	дать математический и физический анализ полученных результатов	ОПК 1 У2
	использовать при расчетах свойства релятивистской инвариантности и релятивистскую кинематику	ОПК 1 У3
	Владеть.	
	математическим аппаратом теории поля	ОПК 1 В1
	методами расчета потенциалов и полей от простейших источников	ОПК 1 В2
методами расчета мощности излучения в нерелятивистском и релятивистском случаях	ОПК 1 В3	

**КОМПЛЕКТ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ
(ЭКЗАМЕН)**

№ п/п	Содержание оценочного средства	Индекс оцениваемой компетенции и ее элементов
1	Движение заряда в постоянном и однородном электрическом поле.	ОПК1 31, ОПК 1 У3, ОПК 1 В3
2	Движение заряда в постоянном и однородном магнитном поле.	ОПК 1 В2, ОПК1 32, ОПК 1 У1
3	Опыт Майкельсона. Времена прохождения лучей во взаимно перпендикулярных направлениях, рассчитанных по классической механике. Объяснение результатов опыта Майкельсона теорией относительности.	ОПК 1 В1, ОПК 1 У2
4	Вывод четырехмерной формы уравнения движения заряда в электромагнитном поле.	ОПК1 31, ОПК 1 У1
5	Преобразования Лоренца для потенциалов и компонент электромагнитного поля.	ОПК 1 У3, ОПК 1 В3

6	Первая пара уравнений Максвелла как следствие экспериментально открытых законов электродинамики. Закон сохранения заряда (уравнение непрерывности).	ОПК 1 У2
7	Уравнения для потенциалов электромагнитного поля. Условие Лоренца для потенциалов. Кулоновская калибровка потенциалов.	ОПК1 31, ОПК 1 У1
8	Ток смещения. Замкнутость силовых линий полного тока. Вторая пара уравнений Максвелла (трехмерная форма).	ОПК1 31, ОПК 1 У3, ОПК 1 В3
9	Действие электромагнитного поля. Функция Лагранжа для поля.	ОПК 1 В2, ОПК1 32, ОПК 1 У1
10	Четырехмерная форма второй пары уравнений Максвелла и ее вывод из принципа наименьшего действия.	ОПК 1 В1, ОПК 1 У2
11	Четырехмерная форма первой и второй пар уравнений Максвелла (без вывода). Инвариантность уравнений Максвелла. Показать переход четырехмерной формы уравнений Максвелла в трехмерную.	ОПК1 31, ОПК 1 У1
12	Закон сохранения импульса электромагнитного поля. Плотность импульса электромагнитного поля. Тензор напряжений Максвелла.	ОПК 1 У3, ОПК 1 В3
13	Закон сохранения энергии электромагнитного поля. Плотность энергии поля. Вектор Пойнтинга и его физический смысл.	ОПК 1 У2
14	Четырехмерный вектор тока. Уравнение непрерывности в четырехмерной форме. Действие, описывающее взаимодействие системы зарядов с электромагнитным полем.	ОПК1 31, ОПК 1 У1
15	Электростатическое поле. Напряженность электрического поля, создаваемого неподвижным точечным зарядом. Кулоновский потенциал системы зарядов: а) точечных; б) непрерывно распределенных с плотностью ρ .	ОПК1 31, ОПК 1 У3, ОПК 1 В3
16	Дипольный момент системы зарядов. Дипольный потенциал и поле диполя на больших расстояниях от него.	ОПК 1 В2, ОПК1 32, ОПК 1 У1
17	Вариация действия для заряда в электромагнитном поле как функция координат. Четырехмерный обобщенный импульс заряда в электромагнитном поле. Четырехмерная форма уравнения Гамильтона-Якоби для заряда в электромагнитном поле.	ОПК 1 В1, ОПК 1 У2
18	Система зарядов во внешнем постоянном электрическом поле. Потенциальная энергия взаимодействия диполя и квадруполья с внешним постоянным электрическим полем.	ОПК1 31, ОПК 1 У1
19	Потенциальная энергия взаимодействия: 1) двух зарядов; 2) двух диполей; 3) заряда и диполя, находящихся на больших расстояниях друг от друга.	ПК-10 У3, ОПК 1 У3, ОПК 1 В3, ПК-10 В1
20	Монохроматическая плоская волна. Поляризация.	ОПК 1 У2, ПК-10 31

		ПК-10 У2, ПК-10 В3
21	Теорема Лармора. Ларморова частота. Прецессия магнитного момента вокруг направления магнитного поля.	ОПК1 31, ОПК 1 У1, ПК-10 В3,
22	Усредненные по времени векторный потенциал и магнитное поле, создаваемое системой финитно движущихся зарядов, на больших расстояниях от этой системы.	ОПК1 31, ОПК 1 У3, ОПК 1 В3, ПК-10 32, ПК-10 В2
23	Эффект Доплера.	ОПК 1 В2, ОПК1 32, ОПК 1 У1, ПК-10 33, ПК-10 В1
24	Излучение заряда, движущегося равномерно по окружности в однородном постоянном магнитном поле.	ОПК 1 В1, ОПК 1 У2, ПК-10 31 ПК-10 У2,
25	Рассеяние линейно поляризованной электромагнитной волны свободным зарядом.	ПК-10 У1, ОПК1 31, ОПК 1 У1, ПК-10 В3
26	Геометрическая оптика. Уравнение эйконала. Опτικο-механическая аналогия. Принцип Ферма.	ПК-10 У3, ОПК 1 У3, ОПК 1 В3, ПК-10 В1
27	Рассеяние линейно поляризованной электромагнитной волны осциллятором.	ОПК 1 У2, ПК-10 31 ПК-10 У2, ПК-10 В3
28	Уравнение Максвелла –Лоренца для микроскопической электродинамики.	ОПК1 31, ОПК 1 У1, ПК-10 В3,
29	Потенциал э/м поля, калибровка потенциала. Уравнение для потенциала.	ОПК1 31, ОПК 1 У3, ОПК 1 В3, ПК-10 32, ПК-10 В2
30	Теорема Умова –Пойнтинга для микроскопической электродинамики.	ОПК 1 В2, ОПК1 32, ОПК 1 У1, ПК-10 33, ПК-10 В1
31	Силы в электростатике. Силы, действующие на диполь, квадруполь.	ОПК 1 В1, ОПК 1 У2, ПК-10 31 ПК-10 У2,
32	Теорема Лармора. Прецессия магнитного диполя во внешнем магнитном поле.	ПК-10 У1, ОПК1 31, ОПК 1 У1, ПК-10 В3
33	Э/м волны в вакууме. Плоские э/м волны.	ПК-10 У3, ОПК 1 У3, ОПК 1 В3, ПК-10 В1
34	Функция Гамильтона релятивистской частицы. Уравнение Гамильтона для свободной частицы.	ОПК 1 У2, ПК-10 31 ПК-10 У2, ПК-10 В3
35	Релятивистская механика свободной частицы. S, L, p, E частицы.	ОПК1 31, ОПК 1 У1, ПК-10 В3,
36	Пространство Минковского. 4-х мерная формулировка физических законов. 4-х мерные скорость и ускорение.	ОПК1 31, ОПК 1 У3, ОПК 1 В3
37	Тензор э/м поля. Инварианты э/м поля. Уравнение Максвелла в 4-х мерной форме.	ОПК 1 В2, ОПК1 32, ОПК 1 У1
38	Уравнение максвелла для макроскопической электродинамики. P, M, ρ', ε, μ, α, χ.	ОПК 1 В1, ОПК 1 У2
39	Теорема Пойнтинга для макроскопической электродинамики.	ОПК1 31, ОПК 1 У1
40	Энергия магнитного поля токов.	ОПК 1 У3, ОПК 1 В3

41	Эл. волны в проводящих средах. Скин –эффект.	ОПК 1 У2
42	Лоренцово сокращение длины. Собственная длина. Объяснение опыта Майкельсона.	ОПК1 31, ОПК 1 У1,
43	Поворот четырехмерной системы отсчета и преобразования Лоренца, как следствие этого поворота. Четырехмерные векторы и тензоры.	ОПК1 31, ОПК 1 У3, ОПК 1 В3
44	Вариация действия свободной частицы как функция координат. Четырехмерный импульс. Преобразования энергии и импульса при переходе от одной инерциальной системы отсчета к другой.	ОПК 1 В2, ОПК1 32, ОПК 1 У1
45	Эффект Комптона. Определить зависимость энергии γ -кванта после столкновения с электроном от энергии γ -кванта до столкновения и его угла рассеяния.	ОПК 1 В1, ОПК 1 У2
46	Четырехмерный тензор момента импульса. Следствия из закона сохранения его компонент для замкнутой системы.	ПК-10 У1, ОПК1 31, ОПК 1 У1
47	Обобщенный импульс заряда в электромагнитном поле. Функция Гамильтона и уравнение Гамильтона-Якоби для заряда в электромагнитном поле.	ОПК 1 У3, ОПК 1 В3,
48	Действие для заряда в электромагнитном поле. Функция Лагранжа для заряда в электромагнитном поле.	ОПК 1 У2
49	Градиентная инвариантность потенциалов электромагнитного поля. Неоднозначность потенциалов.	ОПК1 31, ОПК 1 У1,
50	Тензор электромагнитного поля (определение). Связь его компонент с напряженностями электрического и магнитного полей.	ОПК1 31, ОПК 1 У3, ОПК 1 В3

ПОКАЗАТЕЛИ И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ (Шкалы оценивания)

«Отлично» (5) глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.

«Хорошо» (4) - оценка соответствует повышенному уровню и выставляется обучающемуся, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос или выполнении заданий, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.

«Удовлетворительно» (3) - оценка соответствует пороговому уровню и выставляется обучающемуся, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, демонстрирует недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последователь-

ности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.

«Неудовлетворительно» (2) - оценка выставляется обучающемуся, который не достигает порогового уровня, демонстрирует непонимание проблемы, не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы.