МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тверской государственный технический университет»
(ТвГТУ)

УТВЕРЖДАЮ
Проректор
по учебной работе
_____ Э.Ю. Майкова
« _____ » _____ 2020_ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)»
«Электродинамика»

Специальность подготовки 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы
Направленность (профиль) – Радиоэлектронные системы и комплексы
Тип задач профессиональной деятельности: научно-исследовательский, проектный

Форма обучения – очная

Факультет природопользования и инженерной экологии
Кафедра «Общая физика»

Тверь 2020

Рабочая программа дисциплины соответствует ОХОП подготовки специалистов в части требований к результатам обучения по дисциплине и учебному плану.

Разработчик программы: доцент кафедры ОФ С.Р. Испирян

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры общей физики
«_30_» ____06_____ 2020__ г., протокол № _6___.

Заведующий кафедрой А.В. Твардовский

Согласовано:
Начальник учебно-методического
отдела УМУ Д.А. Барчуков

Начальник отдела
комплектования
зональной научной библиотеки О.Ф. Жмыхова

1. Цели и задачи дисциплины

Целью изучения дисциплины «Электродинамика» является изучение законов электродинамики и теории электромагнитного поля; выработка умения анализировать полученные результаты; развитие навыков самостоятельного изучения литературы по физике, получение навыков решения практических задач, связанных с расчетом электромагнитных полей.

Задачами дисциплины являются: изучение основных уравнений электродинамики; овладение математическим аппаратом, методами физического исследования, техническими и программными средствами; овладение методами расчёта электромагнитных полей; изучение физических процессов, с которыми связаны перспективы развития радиоэлектроники.

2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина относится к обязательной части Блока 1 ОП ВО. Для освоения дисциплины «Электродинамика» студенты используют знания, умения и навыки, сформированные в ходе изучения физики и математики. Освоение данной дисциплины является необходимой основой для последующего изучения дисциплин**,** сопряженных с профессиональными стандартами и профильной направленностью.

Приобретенные знания в рамках данной дисциплины помимо их самостоятельного значения являются основой для изучения курсов «Радиотехнические цепи и сигналы», «Устройства генерирования и формирования сигналов», «Распространение радиоволн» и других дисциплин, профессиональная подготовка по которым предполагает использование законов электродинамики при решении задач, а также при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

3.1. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция, закреплённая за дисциплиной в ОХОП:

ОПК-2. ***Способен выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и применять соответствующий физико-математический аппарат для их формализации, анализа и принятия решения***

Индикаторы компетенции, закреплённые за дисциплиной в ОХОП:

ИОПК-2.1. Осуществляет поиск и предоставление актуальной информации о состоянии предметной области

Показатели оценивания индикаторов достижения компетенций

Знать:

З1. Основные понятия, уравнения и законы электродинамики.

З2. Основные методы решения электродинамики и области их применения.

З3. Правила составления отчетов и презентаций, написания докладов, статей и другой научно-технической документации.

Уметь:

У1. Применять основные законы электродинамики для решения практических задач по расчету электромагнитных полей.

У2. Математически описать и решить электродинамическую задачу.

У3. Анализировать библиографические источники и использовать их для решения профессиональных задач.

3.2. Технологии, обеспечивающие формирование компетенций

Проведение лекционных, лабораторных и практических занятий.

4. Трудоемкость дисциплины и виды учебной работы.

Таблица 1. Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной работы

Вид учебной работы	**Зачетных единиц**	**Академических часов**
Общая трудоемкость дисциплины	4	144
Аудиторные занятия (всего)		60
В том числе:		
Лекции		15
Практические занятия (ПЗ)		30
Лабораторные работы (ЛР)		15
Самостоятельная работа (всего)		48+36 (экз)
В том числе:		
Курсовая работа		не предусмотрена
Курсовой проект		не предусмотрен
Расчетно-графические работы		не предусмотрены
Другие виды самостоятельной работы: - подготовка к защите лабораторных работ - подготовка к практическим работам		 16 24
Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация (зачет)		–
Контроль текущий и промежуточный (балльно-рейтинговый, экзамен)		8+36 (экз)
Практическая подготовка при реализации дисциплины (всего)		0

5. Структура и содержание дисциплины.

Структура и содержание дисциплины построены по модульно-блочному принципу. Под модулем дисциплины понимается укрупненная логико-понятийная тема, характеризующаяся общностью использованного понятийно-терминологического аппарата.

5.1. Структура дисциплины.

Таблица 2. Модули дисциплины, трудоемкость в часах и виды учебной работы.

№	Наименование модуля	Труд-ть часы	Лекции	Практич. занятия	Лаб. работы	Сам. работа
4 семестр						
1	Элементы векторного анализа	28	2	6	–	12 + 8 (экз)
2	Основы теории электромагнетизма	40	4	10	4	12 + 10 (экз)
3	Элементы теории электромагнитного поля и основные уравнения электродинамики	37	5	10	–	12 + 10 (экз)
4	Электромагнитные волны	39	4	4	11	12 + 8 (экз)
	Всего на дисциплину	**144**	**15**	**30**	**15**	**48+ 36 (экз)**

5.2. Содержание дисциплины.

МОДУЛЬ 1. «ЭЛЕМЕНТЫ ВЕКТОРНОГО АНАЛИЗА»

Радиус-вектор и его представление в декартовой, цилиндрической и сферической системах координат. Сложение и вычитание векторов, скалярное и векторное произведение. Операторы Гамильтона и Лапласа. Поток векторного поля. Понятие градиента, циркуляции, ротора, дивергенции. Силовые и эквипотенциальные линии поля. Теорема Остроградского-Гаусса. Теорема Стокса. Свойства векторных полей. Потенциальные и соленоидальные поля.

МОДУЛЬ 2. «ОСНОВЫ ТЕОРИИ ЭЛЕКТРОМАГНЕТИЗМА»

Электростатическое поле. Напряженность и потенциал электростатического поля, связь между нами. Закон сохранения заряда, уравнение непрерывности. Теорема Гаусса для электростатического поля в интегральной и дифференциальной форме. Уравнение Пуассона. Уравнение Лапласа. Электрическое поле в веществе. Дипольный момент. Вектор поляризации, электрическая проницаемость среды, вектор электрического смещения. Энергия электрического поля. Конденсаторы. Электроемкость.

Электрический ток. Плотность тока. Сопротивление и проводимость среды. Закон Ома в интегральной и дифференциальной форме.

Магнитное поле. Напряженность и вектор магнитной индукции. Закон Био-Савара-Лапласа. Закон Ампера. Сила Лоренца. Закон полного тока в интегральной и дифференциальной форме. Магнитное поле в веществе, вектор намагниченности,

магнитная проницаемость среды. Закон электромагнитной индукции Фарадея в интегральной и дифференциальной форме. Энергия магнитного поля. Индуктивность соленоида.

Модуль 3. «ЭЛЕМЕНТЫ ТЕОРИИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ И ОСНОВНЫЕ УРАВНЕНИЯ ЭЛЕКТРОДИНАМИКИ»

Система уравнений Максвелла. Уравнения Максвелла в дифференциальной и интегральной форме. Токи проводимости, смещения и сторонние токи. Уравнение баланса мощности. Теорема Умова-Пойтинга. Метод комплексных амплитуд. Система уравнений Максвелла в комплексной форме. Уравнение баланса мощности в комплексной форме. Граничные условия. Нормальные и тангенциальные компоненты электрического и магнитного поля.

МОДУЛЬ 4. «ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ВОЛНЫ»

Электромагнитная волна, уравнение электромагнитной волны. Длина волны, фазовая и групповая скорости. Отражение и преломление волн на границе раздела двух сред. Полное внутреннее отражение. Волновые уравнения для электромагнитного поля. Постоянная распространения. Постоянная затухания. Интерференция электромагнитных волн. Принцип Гюйгенса. Основы теории дифракции. Поляризация электромагнитных волн. Основы теории дисперсии.

5.3. Лабораторные работы

Таблица 3. Лабораторные работы и их трудоемкость

Порядковый номер модуля. Цели лабораторных работ	**Наименование лабораторных работ**	**Труд-ть в часах**
Модуль 1	**–**	–
Модуль 2 Цель: экспериментальное построение эквипотенциальных линий неоднородных электростатических полей. Построение силовых линий. Расчет напряженности поля в различных его точках.	Исследование электростатических полей от раздичных источников	4
Модуль 3	**–**	–
Модуль 4 **Цель:** изучение теории распространение плоских волн, закона Брюстера, исследование отражения плоских электромагнитных волн от границы раздела сред диэлектрик–воздух, экспериментальное определение угла Брюстера; изучение интерференции электромагнитных волн, изучение типов поляризаций и распространения плоских волн, исследование поляризационных явлений плоскихэлектромагнитных волн, экспериментальное построение диаграммы поляризации.	1. Отражение плоских волн от границы раздела сред диэлектрик – воздух. 2. Исследование интерференции электромагнитных волн, излучаемых линейной системой элементарных излучателей 3. Поляризация плоских волн.	4 4 4

5.4. Практические занятия.

Таблица 4. Тематика практических занятий и их трудоемкость

Модули. Цели практических занятий	Примерная тематика практических занятий	Труд-ть в часах
Модуль 1 **Цель**: приобретение навыков выполнения действий с векторами, расчета характеристик векторного поля, определение его свойств	Элементарные действия с векторами в различных системах координат	2
	Расчет градиента, потока, циркуляции, дивергенции, ротора векторного поля Теорема Остроградского-Гаусса. Теорема Стокса.	2
	Свойства векторных полей. Потенциальные и соленоидальные поля.	2
Модуль 2 **Цель:** приобретение навыков расчета характеристик стации-онарных электрического и магнитного полей	Расчет характеристик электростатического поля, характеристик конденсаторов	4
	Расчет силы тока и плотности тока	2
	Расчет характеристик стационарного магнитного поля, ЭДС индукции, индуктивности соленоида	4
Модуль 3 **Цель:** приобретение навыков расчета мгновенных и средних характеристик электромагнитного поля, освоение метода комплексных амплитуд	Уравнения Максвелла в интегральной и дифференциальной формах. Полный ток и его составляющие.	2
	Вектор Умова – Пойтинга. Уравнение баланса мощности.	2
	Метод комплексных амплитуд. Система уравнений Максвелла в комплексной форме.	4
	Граничные условия. Нормальные и тангенциальные компоненты электрического и магнитного поля.	2
Модуль 4 **Цель: :** приобретение навыков определения характеристик электромагнитных волн в однородном пространстве и на границе раздела сред	Основные характеристики электромаг-нитных волн. Уравнение волны	2
	Падение плоской электромагнитной волны на границу раздела двух сред без потерь. Угол Брюстера. Полное внутреннее отражение	2

6. Самостоятельная работа обучающихся и текущий контроль их успеваемости.

6.1. Цели самостоятельной работы

Формирование способностей к самостоятельному познанию и обучению, поиску литературы, обобщению, оформлению и представлению полученных результатов, их критическому анализу, поиску новых и неординарных решений, аргументированному отстаиванию своих предложений, умений подготовки выступлений и ведения дискуссий.

6.2. Организация и содержание самостоятельной работы

Самостоятельная работа заключается в изучении отдельных тем курса по заданию преподавателя по рекомендуемой им учебной литературе, в подготовке к лабораторным работам и практическим занятиям, к текущему контролю успеваемости, экзамену.

После лекции по соответствующей теме, студентам выдаются индивидуальные задачи для самостоятельного решения. Затем эти задачи разбираются и защищаются на практических занятиях. Количество таких задач составляет 5-6 за семестр. Задачи оформляются в отдельных тетрадях, графики строятся на «миллиметровке». Максимальная оценка за выполненную задачу – 3-6 баллов в зависимости от ее трудоемкости, минимальный балл соответственно 2-3.

В рамках дисциплины выполняется 3 лабораторных работы, которые защищаются посредством устного опроса. Максимальная оценка за каждую выполненную лабораторную работу – 6-8 баллов в зависимости от ее трудоемкости, минимальная – 3-4 балла.

Выполнение всех лабораторных работ обязательно. В случае невыполнения лабораторной работы по уважительной причине студент должен выполнить ее под руководством лаборанта и защитить ее в часы, отведенные на консультирование с преподавателем.

Текущий контроль успеваемости осуществляется с использованием модульно-рейтинговой системы обучения и оценки текущей успеваемости обучающихся.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.

7.1. Основная литература по дисциплине

1. Электродинамика и распространение радиоволн : учебное пособие / Д.Ю. Муромцев [и др.]. - 2-е изд. ; доп. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2022. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - ЭБС Лань. - Текст : электронный. - Режим доступа: по подписке. - Дата обращения: 15.07.2022. - ISBN 978-5-8114-1637-0. URL: https://e.lanbook.com/book/211646 . - (ID=106071-0)

2. Потапов, Л.А. Электродинамика и распространение радиоволн : учебное пособие для вузов / Л.А. Потапов. - 2-е изд. - Москва : Юрайт, 2022. - (Высшее образование). - Образовательная платформа Юрайт. - Текст : электронный. - Режим доступа: по подписке. - Дата обращения: 07.07.2022. - ISBN 978-5-534-05369-2. - URL: https://urait.ru/book/elektrodinamika-i-rasprostranenie-radiovoln-492079 . - (ID=136082-0)

7.2. Дополнительная литература по дисциплине

1. Каликинский, И.И.Электродинамика : учеб. пособие для магистров по напр. подготовки 03.04.02 "Физика" и 03.04.03 "Радиофизика" / И.И. Каликинский. - 3-е изд. - Москва : ИНФРА-М, 2018. - 158 с. - (Высшее образование. Магистратура). - Текст : непосредственный. - ISBN 978-5-16-006771-1 : 460 р. 26 к. - (ID=113869-6)

2. Григорьев, А.Д. Электродинамика и микроволновая техника : учебник для вузов по специальности "Электронные приборы и устройства" направления

подготовки "Электроника и микроэлектроника" / А.Д. Григорьев. - 2-е изд. ; доп. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2022. - ЭБС Лань. - Текст : электронный. - Режим доступа: по подписке. - Дата обращения: 18.08.2022. - ISBN 978-5-8114-0706-4. - URL: https://e.lanbook.com/book/210095 . - (ID=136088-0)

3. Вергелес, С.Н. Теоретическая физика. Квантовая электродинамика : учебник для вузов по естественнонаучным направлениям / С.Н. Вергелес. - 4-е изд. ; испр. и доп. - Москва : Юрайт, 2022. - (Высшее образование). - Образовательная платформа Юрайт. - Текст : электронный. - Режим доступа: по подписке. - Дата обращения: 07.07.2022. - ISBN 978-5-534-01663-5. - URL: https://urait.ru/book/teoreticheskaya-fizika-kvantovaya-elektrodinamika-491091 . - (ID=136083-0)

4. Бредов, М.М. Классическая электродинамика : учебное пособие / М.М. Бредов, В.В. Румянцев, И.Н. Топтыгин. - 2-е изд. ; испр. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2022. - ЭБС Лань. - Текст : электронный. - Режим доступа: по подписке. - Дата обращения: 18.08.2022. - ISBN 5-8114-0511-1. - URL: https://e.lanbook.com/book/210194 . - (ID=136087-0)

5. Костин, М.С. Электродинамика, радиоволновые процессы и технологии : учебное пособие / М.С. Костин, А.Д. Ярлыков. - Москва; Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. - ЦОР IPR SMART. - Текст : электронный. - Режим доступа: по подписке. - Дата обращения: 07.07.2022. - ISBN 978-5-9729-0594-2. - URL: https://www.iprbookshop.ru/114999 . - (ID=147331-0)

6. Яцкевич, В.А. Классическая электродинамика : учебное пособие / В.А. Яцкевич. - Москва; Вологда : Инфра-Инженерия, 2020. - ЦОР IPR SMART. - Текст : электронный. - Режим доступа: по подписке. - Дата обращения: 07.07.2022. - ISBN 978-5-9729-0477-8. - URL: https://www.iprbookshop.ru/98350 . - (ID=147330-0)

7. Батыгин, В.В. Сборник задач по электродинамике и специальной теории относительности : учебное пособие / В.В. Батыгин, И.Н. Топтыгин. - 4-е изд. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2022. - ЭБС Лань. - Текст : электронный. - Режим доступа: по подписке. - Дата обращения: 07.07.2022. - ISBN 978-5-8114-0921-1. - URL: https://e.lanbook.com/book/210440 . - (ID=136086-0)

8. Крамм, М.Н. Сборник задач по основам электродинамики : учебное пособие для вузов по направлению подготовки 210300 "Радиотехника" / М.Н. Крамм. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2022. - ЭБС Лань. - Текст : электронный. - Режим доступа: по подписке. - Дата обращения: 07.07.2022. - ISBN 978-5-8114-1122-1. - URL: https://e.lanbook.com/book/210614 . - (ID=136090-0)

9. Алексеев, А.И. Сборник задач по классической электродинамике : учебное пособие / А.И. Алексеев. - 2-е изд. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2022. - ЭБС Лань. - Текст : электронный. - Режим доступа: по подписке. - Дата обращения: 18.08.2022. - ISBN 978-5-8114-0854-2. - URL: https://e.lanbook.com/book/210092 . - (ID=136084-0)

10. Аплеснин, С.С. Основы электродинамики. Теория, задачи и тесты : учебное пособие для вузов по направлениям подготовки бакалавров: "Системный анализ и управление", "Инноватика" / С.С. Аплеснин, Л.И. Чернышова. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2022. - ЭБС Лань. - Текст : электронный. - Режим доступа:

по подписке. - Дата обращения: 10.08.2022. - ISBN 978-5-8114-2058-2. - URL: https://e.lanbook.com/book/212471 . - (ID=136085-0)

11. Гринев, А.Ю. Основы электродинамики с Matlab : учебное пособие / А.Ю. Гринев, Е.В. Ильин. - Москва : Логос, 2016. - ЦОР IPR SMART. - Текст : электронный. - Режим доступа: по подписке. - Дата обращения: 07.07.2022. - ISBN 978-5-98704-700-2. - URL: https://www.iprbookshop.ru/70701.html . - (ID=145763-0)

7.3. Методические материалы

1. Лабораторный практикум по физике : учебное пособие. Ч. 2 : Электричество, магнетизм и волновая оптика / Тверской государственный технический университет ; сост.: А.В. Твардовский, П.И. Дергунов, А.В. Зубкова и [др.]. - Тверь : ТвГТУ, 2020. - 95 с. - Текст : непосредственный. - ISBN 978-5-7995-1009-1 : 180 р. - (ID=136356-72)

2. Лабораторный практикум по физике : учебное пособие. Ч.2 : Электричество, магнетизм и волновая оптика / Тверской государственный технический университет ; сост.: А.В. Твардовский, П.И. Дергунов, А.В. Зубкова, С.Р. Испирян, И.В. Кривенко. - Тверь : ТвГТУ, 2020. - 95 с. - Сервер. - Текст : электронный. - ISBN 978-5-7995-1009-1 : 180 р. - URL: http://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/136032 . - (ID=136032-0)

3. Задачи по физике : сборник заданий для практ. занятий. Ч. 2 : Электричество, магнетизм, волновая оптика / Тверской гос. техн. ун-т, Каф. общей физики ; сост.: С.Р. Испирян, И.В. Кривенко, А.В. Зубкова. - Тверь : ТвГТУ, 2015. - 36 с. : ил. - Текст : непосредственный. - 49 р. 50 к. - (ID=110718-94)

4. Задачи по физике : сборник заданий для практ. занятий : в составе учебно-методического комплекса. Ч. 2 : Электричество, магнетизм, волновая оптика / Тверской гос. техн. ун-т, Каф. общей физики ; сост.: С.Р. Испирян, И.В. Кривенко, А.В. Зубкова. - Тверь : ТвГТУ, 2015. - (УМК-М). - Сервер. - Текст : электронный. - 0-00. - URL: http://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/110263 . - (ID=110263-1)

5. Учебно-методический комплекс дисциплины "Электродинамика". Направление подготовки специалистов 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы. Направленность (профиль): Радиоэлектронные системы и комплексы : ФГОС 3++ / Кафедра «Общая физика» ; составитель С.Р. Испирян. - 2022. - (УМК). - Сервер. - Текст : электронный. - URL: https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/152620 . - (ID=152620-0)

7.4. Программное обеспечение по дисциплине

Операционная система Microsoft Windows: лицензии № ICM-176609 и № ICM-176613 (Azure Dev Tools for Teaching).

Microsoft Office 2007 Russian Academic: OPEN No Level: лицензия № 41902814.

WPS Office: MPL 1.1/GPL 2.0/LGPL 2.1.

LMS Moodle: GPL 3.0.

Виртуальная лаборатория физики 2.0: свидетельство №2003611438.

7.5. Специализированные базы данных, справочные системы, электронно-библиотечные системы, профессиональные порталы в Интернет

ЭБС и лицензионные ресурсы ТвГТУ размещены:

1. Ресурсы: https://lib.tstu.tver.ru/header/obr-res
2. ЭК ТвГТУ: https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/Web
3. ЭБС "Лань": https://e.lanbook.com/
4. ЭБС "Университетская библиотека онлайн": https://www.biblioclub.ru/
5. ЭБС «IPRBooks»: https://www.iprbookshop.ru/
6. Электронная образовательная платформа "Юрайт" (ЭБС «Юрайт»): https://urait.ru/
7. Научная электронная библиотека eLIBRARY: https://elibrary.ru/
8. Информационная система "ТЕХНОРМАТИВ". Конфигурация "МАКСИМУМ" : сетевая версия (годовое обновление) : [нормативно-технические, нормативно-правовые и руководящие документы (ГОСТы, РД, СНиПы и др.]. Диск 1, 2, 3, 4. - М. :Технорматив, 2014. - (Документация для профессионалов). - CD. - Текст : электронный. - 119600 р. – (105501-1)
9. База данных учебно-методических комплексов: https://lib.tstu.tver.ru/header/umk.html

УМК размещен: https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/152620

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

При изучении дисциплины «Электродинамика» используются современные средства обучения. Возможна демонстрация лекционного материала с помощью оверхед-проектора (кодоскопа) и мультипроектора.

Лабораторные работы проводятся в лабораториях кафедры общей физики:

- лаборатории электричества и магнетизма,
- лаборатории оптики, атомной и ядерной физики.

Лаборатории кафедры оснащены всем необходимым оборудованием и приборами.

На кафедре общей физики имеется компьютерный класс с необходимым программным обеспечением.

9. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

9.1. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации в форме экзамена

1. Экзаменационный билет соответствует форме, утвержденной Положением о рабочих программах дисциплин, соответствующих федеральным государственным образовательным стандартам высшего образования с учетом профессиональных стандартов. Типовой образец экзаменационного билета

приведен в Приложении. Обучающемуся даётся право выбора заданий из числа, содержащихся в билете, принимая во внимание оценку, на которую он претендует. Число экзаменационных билетов – 20. Число вопросов (заданий) в экзаменационном билете – 3 (1 вопрос для категории «знать» и 2 вопроса для категории «уметь»). Продолжительность экзамена – 60 минут.

2. Шкала оценивания промежуточной аттестации в форме экзамена – «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

3. Критерии оценки за экзамен:

для категории «знать»:

выше базового – 2;

базовый – 1;

ниже базового – 0;

критерии оценки и ее значение для категории «уметь»:

отсутствие умения – 0 балл;

наличие умения – 2 балла.

«отлично» - при сумме баллов 5 или 6;

«хорошо» - при сумме баллов 4;

«удовлетворительно» - при сумме баллов 3;

«неудовлетворительно» - при сумме баллов 0, 1 или 2.

4. Вид экзамена – письменный экзамен.

5. <u>База заданий, предъявляемая обучающимся на экзамене</u>.

1. Скалярные и векторные величины. Способы их представления. Скалярные и векторные поля. Виды полей: плоское, цилиндрическое, сферическое.
2. Характеристики полей: поток, градиент, циркуляция, дивергенция, ротор. Связь между ними.
3. Потенциальное и соленоидальное (вихревое) векторные поля. Теорема Стокса.Теорема Остроградского-Гаусса.
4. Электростатическое поле, его характеристики, связь между ними. Закон сохранения заряда. Уравнение непрерывности. Уравнение Пуассона. Уравнение Лапласа.
5. Теорема Гаусса для электростатического поля в интегральной и дифференциальной форме.
6. Электрическое поле в веществе. Дипольный момент. Вектор поляризации, электрическая проницаемость среды, вектор электрического смещения.
7. Энергия электрического поля. Конденсаторы. Электроемкость.
8. Электрический ток. Плотность тока. Сопротивление и проводимость среды.Закон Ома в интегральной и дифференциальной форме.
9. Магнитное поле. Напряженность и вектор магнитной индукции. Закон Био-Савара-Лапласа. Закон Ампера. Сила Лоренца.
10. Закон полного тока в интегральной и дифференциальной форме.
11. Магнитное поле в веществе, вектор намагниченности, магнитная проницаемость среды.
12. Закон электромагнитной индукции Фарадея в интегральной и дифференциальной форме. Энергия магнитного поля. Индуктивность соленоида.

13. Уравнения Максвелла в дифференциальной и интегральной форме.

14. Токи проводимости, смещения и сторонние токи. Уравнение баланса мощности. Теорема Умова-Пойтинга.

15. Метод комплексных амплитуд. Система уравнений Максвелла в комплексной форме. Уравнение баланса мощности в комплексной форме.

16. Граничные условия. Нормальные и тангенциальные компоненты электрического и магнитного поля.

17. Электромагнитная волна, уравнение электромагнитной волны. Характеристики волны: длина волны, фазовая и групповая скорости.

18. Отражение и преломление волн на границе раздела двух сред. Полное внутреннее отражение.

19. Интерференция электромагнитных волн. Принцип Гюйгенса. Основы теории дифракции.

20. Поляризация электромагнитных волн. Виды поляризации. Основы теории дисперсии.

9.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации в форме зачета

Учебным планом зачет по дисциплине не предусмотрен.

9.3. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации в форме курсовой работы или курсового проекта

Учебным планом курсовая работа (проект) по дисциплине не предусмотрены.

10. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

Студенты перед началом изучения дисциплины ознакомлены с системами кредитных единиц и балльно-рейтинговой оценки, которые должны быть опубликованы и размещены на сайте вуза или кафедры.

Студенты, изучающие дисциплину, обеспечиваются электронными изданиями или доступом к ним, учебно-методическим комплексом по дисциплине.

11. Внесение изменений и дополнений в рабочую программу дисциплины

Кафедра ежегодно обновляет содержание рабочих программ дисциплин, которые оформляются протоколами. Форма протокола утверждена Положением о структуре, содержании и оформлении рабочих программ дисциплин, по образовательным программ, соответствующих ФГОС ВО с учетом профессиональных стандартов

Приложение 1

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тверской государственный технический университет»

Направление подготовки специалистов – *11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы*
Направленность (профиль) – *Радиоэлектронные системы и комплексы*
Кафедра «Общая физика»
Дисциплина «Электродинамика»
Семестр 4

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №_1_

1. Вопросы для проверки уровня «ЗНАТЬ» – 0 или 1 или 2 балла:
Скалярные и векторные величины. Способы их представления. Скалярные и векторные поля. Виды полей: плоское, цилиндрическое, сферическое.

2.Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» - 0 или 2 балла:
Комплексная амплитуда вектора напряженности магнитного поля в некоторой точке пространства задается выражением $\dot{H} = 2e^{-i0,8}\vec{j}$, мА/м. Частота колебаний ν = 20 МГц. Найти мгновенное значение вектора $\vec{H}$ в момент времени τ = 0,01 мкс.

3. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» – 0 или 2 балла:
В декартовой системе координат находятся два заряда q_1 = +5 *нКл* и q_2 = +10 *нКл*. Заряд q_1 находится в точке с координатами (-10, 0, 0), а заряд q_2 в точке с координатами (5, 0, 0). Координаты даны в сантиметрах. Определите напряженность электрического поля в точке *A* с координатами (-1, 5, 0); запишите выражение для вектора напряженности в этой точке.

Критерии итоговой оценки за экзамен:
«*отлично*» - при сумме баллов 5 или 6;
«*хорошо*» - при сумме баллов 4;
«*удовлетворительно*» - при сумме баллов 3;
«*неудовлетворительно*» - при сумме баллов 0, 1 или 2.

Составитель: к. т. н., доцент _____С.Р. Испирян

Заведующий кафедрой: д.ф.-м.н., профессор _____А.В. Твардовский