

УТВЕРЖДАЮ  
Директор ВШТЭ



## Рабочая программа дисциплины

**Б1.В.ДВ.01.02** Электродинамика

Учебный план: ФГОС3++b130302-1\_21-14.plx

Кафедра: **30** Автоматизированного электропривода и электротехники

Направление подготовки:  
(специальность) 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Профиль подготовки: Электропривод и автоматика  
(специализация)

Уровень образования: бакалавриат

Форма обучения: очная

### План учебного процесса

Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа обучающихся		Сам. работа	Контроль, час.	Трудоём- кость, ЗЕТ	Форма промежуточной аттестации
	Лекции	Практ. занятия				
5	УП	17	17	37,75	0,25	Зачет
	РПД	17	17	37,75	0,25	
Итого	УП	17	17	37,75	0,25	
	РПД	17	17	37,75	0,25	

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 28.02.2018 г. № 144

Составитель (и):

старший преподаватель

Зятиков И.Д.

От кафедры составителя:

Заведующий кафедрой автоматизированного электропривода и электротехники

Благодарный Н.С.

От выпускающей кафедры:

Заведующий кафедрой

Благодарный Н.С.

Методический отдел:

Смирнова В.Г.

## 1 ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

**1.1 Цель дисциплины:** Сформировать компетенции обучающегося в области электродинамики в профессиональной деятельности.

**1.2 Задачи дисциплины:**

- 1) Сформировать научное мировоззрение инженеров.
- 2) Овладение фундаментальными понятиями и законами электродинамики в технических и естественных науках.
- 3) Овладеть методами решения конкретных физических задач.
- 4) Научиться применять методы математического анализа и моделирования при решении физических задач.
- 5) Овладеть методами физических измерений и обработки их результатов.

**1.3 Требования к предварительной подготовке обучающегося:**

Предварительная подготовка предполагает создание основы для формирования компетенций, указанных в п. 2, при изучении дисциплин:

- Анализ и диагностика производственно-хозяйственной деятельности предприятия
- Электрические и компьютерные измерения

## 2 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

<b>ПК-3: Готовность к участию в организации метрологического обеспечения объектов профессиональной деятельности</b>
<b>Знать:</b> Основные физические законы, явления, строение материи на микро и макроуровне.
<b>Уметь:</b> Использовать физические законы и явления при изучении технических дисциплин, применять их для решения задач в различных отраслях науки и техники; использовать методики обеспечения требуемых режимов и заданных параметров систем электроснабжения.
<b>Владеть:</b> Методами решения физических задач; методами обеспечения требуемых режимов и заданных параметров систем электроснабжения.

### 3 РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Наименование и содержание разделов, тем и учебных занятий	Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа		СР (часы)	Инновац. формы занятий	Форма текущего контроля
		Лек. (часы)	Пр. (часы)			
Раздел 1. Электромагнитные поля и волны.	5					
Тема 1. Основные законы электромагнитного поля. Вектор плотности тока . Закон Ома в дифференциальной форме. Уравнение непрерывности тока . Закон Ампера. Магнитная индукция. Энергия магнитного поля. Движение заряда в электромагнитном поле. Сила Лоренца. Функции Лагранжа и Гамильтона для заряда в электромагнитном поле. Уравнения Максвелла в интегральной и дифференциальной формах. Закон сохранения энергии. Непрерывность поля на границе раздела двух сред. Электромагнитное поле в поляризующейся в проводящей среде. Поле в диэлектриках.		3	3	7		
Тема 2. Полная система уравнений Максвелла. Их физическое содержание. Решение уравнений Максвелла, волновых уравнений. Теорема запаздывающих электродинамических потенциалов. Уравнения Максвелла в комплексной форме. Теорема Умова–Поинтинга. Энергия электромагнитного поля. Теорема подобия. Граничные задачи электродинамики. Векторный и скалярный потенциалы магнитного поля. Лоренц-калибровка вектор-потенциала. Задерживающий и опережающий потенциалы.		2	2	3,75		
Тема 3. ЭМВ, их характеристики и параметры. Понятие волнового процесса. Плоские электромагнитные волны. Ортогональность векторов электрического и магнитного полей . Цилиндрические и сферические волны. Поляризация электромагнитных волн.		2	2	7		
Раздел 2. Электромагнитное поле идеального излучателя.						

Тема 4. Ускоренное движение заряда в электромагнитном поле. Излучение диполя в вакууме. Векторные и скалярные потенциалы в калибровке Лоренца. Перенос энергии. Понятие самодействия. Сферические волны. Фазовая и групповая скорости волны. Распространение ЭМВ и дисперсионных средах и в средах с потерями.		2	2	3		
Тема 5. Распространение ЭМВ в неограниченных изотропных средах. Распространение плоских ЭМВ в идеальном диэлектрике. Классификация сред по их электрическим свойствам, граничная частота. Распространение плоских ЭМВ в идеальном диэлектрике. Плоские ЭМВ в средах с потерями. Распространение плоских ЭМВ в среде с потерями.		2	2	5		
Тема 6. Электромагнитные волны в ограниченных средах. Классификация направляющих систем. Классификация направляемых волн. Общие свойства направляемых волн. Уравнения Гельмгольца для направляемых волн. Формулы связи поперечных и продольных компонент. Критическая длина волны и длина волны в волноводе. Фазовая и групповая скорости направляемых волн. Волна типа Н и Е в прямоугольном волноводе. Мощность, переносимая по волноводу волной. Токи на стенках волновода, излучающие и неизлучающие щели. Затухание волн в полых металлических волноводах. Общие выражения для постоянной затухания. Частотные зависимости постоянных затухания. Расчёт постоянной затухания волны основного типа прямоугольного волновода.		3	3	5		
Тема 7. Замедляющие структуры. Электромагнитные волны в замедляющих структурах. Способы замедления электромагнитных волн. Свойства «медленных» волн. Замедляющие свойства различных типов замедляющих структур. Пространственные гармоники.		3	3	7		
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)		17	17	37,75		
Консультации и промежуточная аттестация (Зачет)		0,25				
<b>Всего контактная работа и СР по дисциплине</b>		34,25		37,75		

#### 4 КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Курсовое проектирование учебным планом не предусмотрено

#### 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

##### 5.1 Описание показателей, критериев и системы оценивания результатов обучения

###### 5.1.1 Показатели оценивания

Код компетенции	Показатели оценивания результатов обучения	Наименование оценочного средства
ПК-3	1. Демонстрирует знание основных физических законов, явлений, строение материй на микро и макроуровне. 2. Использует физические законы и явления для решения задач в различных отраслях науки и техники. 3. Демонстрирует навыки владения методами решения физических задач.	1. Вопросы устного собеседования 2. Практико-ориентированные задания

###### 5.1.2 Система и критерии оценивания

Шкала оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций	
	Устное собеседование	Письменная работа
Зачтено	Обучающийся показывает всестороннее и глубокое знание основных физических законов, свободно ориентируется в основных понятиях, терминах и определениях; усвоил основную и знаком с дополнительной литературой; может объяснить взаимосвязь основных физических законов и их значение для последующей профессиональной деятельности; проявляет творческие способности в использовании учебного материала. Обучающийся демонстрирует достаточное понимание условия задачи, владение навыками его анализа, выбора нужных законов и формул для ее решения, знание размерностей физических величин. Получил правильный ответ.	Обучающийся демонстрирует достаточное понимание условия задачи, владение навыками его анализа, выбора нужных законов и формул для ее решения, знание размерностей физических величин.
Не зачтено	Обучающийся не показывает всестороннее и глубокое знание основных физических законов, не ориентируется в основных понятиях, терминах и определениях; не может объяснить взаимосвязь основных физических законов и их значение для последующей профессиональной деятельности; не проявляет творческие способности в использовании учебного материала.	Обучающийся не может проанализировать условие задачи, наметить план ее решения, выбрать физические законы и плохо ориентируется в физических величинах, не владеет математическим аппаратом.

##### 5.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

###### 5.2.1 Перечень контрольных вопросов

№ п/п	Формулировки вопросов
Семестр 5	
1	Векторные и скалярные потенциалы в калибровке Лоренца. Перенос энергии. Понятие самодействия.
2	Ускоренное движение заряда в электромагнитном поле. Излучение диполя в вакууме.
3	Цилиндрические и сферические волны. Поляризация электромагнитных волн.
4	ЭМВ, их характеристики и параметры. Понятие волнового процесса. Плоские электромагнитные волны. Ортогональность векторов электрического и магнитного полей.
5	Векторный и скалярный потенциалы магнитного поля. Лоренц-калибровка вектор - потенциала. Задерживающий и опережающий потенциалы.

6	Теорема подобия. Граничные задачи электродинамики.
7	Теорема Умова–Поинтинга. Энергия электромагнитного поля.
8	Решение уравнений Максвелла, волновые уравнения.
9	Полная система уравнений Максвелла. Их физическое содержание Уравнения Максвелла в комплексной форме.
10	Электромагнитное поле в поляризующейся в проводящей среде. Поле в диэлектриках.
11	Закон сохранения энергии. Непрерывность поля на границе раздела двух сред.
12	Теорема Гемгольца. Уравнения Максвелла в интегральной и дифференциальной формах.
13	Движение заряда в электромагнитном поле. Сила Лоренца. Функции Лагранжа и Гамильтона для заряда в электромагнитном поле.
14	Закон Ампера. Магнитная индукция. Энергия магнитного поля.
15	Основные законы электромагнитного поля. Вектор плотности тока. Закон Ома в дифференциальной форме. Уравнение непрерывности тока.
16	Свойства «медленных» волн. Замедляющие свойства различных типов замедляющих структур. Пространственные гармоники.
17	Замедляющие структуры. Электромагнитные волны в замедляющих структурах. Способы замедления электромагнитных волн.
18	Затухание волн в полых металлических волноводах. Общие выражения для постоянной затухания. Частотные зависимости постоянных затухания. Расчёт постоянной затухания волны основного типа прямоугольного волновода.
19	Токи на стенках волновода, излучающие и неизлучающие щели.
20	Волна типа H и E в прямоугольном волноводе Мощность, переносимая по волноводу волной.
21	Критическая длина волны и длина волны в волноводе. Фазовая и групповая скорости направляемых волн.
22	Уравнения Гельмгольца для направляемых волн. Формулы связи поперечных и продольных компонент.
23	Электромагнитные волны в ограниченных средах. Классификация направляющих систем. Классификация направляемых волн. Общие свойства направляемых волн.
24	Плоские ЭМВ в средах с потерями. Распространение плоских ЭМВ в среде с потерями.
25	Распространение плоских ЭМВ в идеальном диэлектрике. Классификация сред по их электрическим свойствам, граничная частота.
26	Распространение ЭМВ в неограниченных изотропных средах.
27	Сферические волны. Фазовая и групповая скорости волны. Распространение ЭМВ и дисперсионных средах и в средах с потерями.

### 5.2.2 Типовые тестовые задания

Не предусмотрено

### 5.2.3 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

Практико-ориентированные задания находятся в Приложении к данной РПД

## 5.3 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, владений (навыков и (или) практического опыта деятельности)

### 5.3.1 Условия допуска обучающегося к промежуточной аттестации и порядок ликвидации академической задолженности

Проведение промежуточной аттестации регламентировано локальным нормативным актом СПбГУПТД «Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся»

### 5.3.2 Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Устная  Письменная  Компьютерное тестирование  Иная

### 5.3.3 Особенности проведения промежуточной аттестации по дисциплине

- Возможность пользоваться справочными таблицами, калькулятором;
- Время на подготовку ответа 45 минут.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1 Учебная литература

Автор	Заглавие	Издательство	Год издания	Ссылка
<b>6.1.1 Основная учебная литература</b>				

А.Л. Ашкалунин [и др.]	Физика [Текст]. Ч. II. Электростатика. Постоянный ток. Индивидуальные задания для расчетных работ: учебно-методическое пособие для студентов всех факультетов	М-во образования и науки РФ, СПбГТУРП. - СПб.: СПбГТУРП	2014	<a href="http://nizrp.narod.ru/metod/kaffysik/11.pdf">http://nizrp.narod.ru/metod/kaffysik/11.pdf</a>
Ларионов, А. Н., Кураков, Ю. И., Воищев, В. С., Маликов, И. Н., Ларионова, Н. Н., Греков, В. С., Воищева, О. В., Свиридова, А. Н.	Курс физики	Воронеж: Воронежский Государственный Аграрный Университет им. Императора Петра Первого	2016	<a href="http://www.iprbookshop.ru/72682.html">http://www.iprbookshop.ru/72682.html</a>
Старостина, И. А., Бурдова, Е. В., Сальманов, Р. С.	Краткий курс физики для бакалавров	Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет	2016	<a href="http://www.iprbookshop.ru/79312.html">http://www.iprbookshop.ru/79312.html</a>
<b>6.1.2 Дополнительная учебная литература</b>				
С.А. Поржецкий [и др.]	Физика. Электромагнетизм [Текст]: учебно-методическое пособие к лабораторным работам № 2-01, 2-11, 2-21 для бакалавров всех направлений	М-во образования и науки РФ, ВШТЭ СПбГУПТД. – СПб.: ВШТЭ СПбГУПТД	2016	<a href="http://nizrp.narod.ru/metod/kaffysik/21.pdf">http://nizrp.narod.ru/metod/kaffysik/21.pdf</a>
А.А. Абрамович [и др.]	Электромагнетизм [Текст]: учебно-методическое пособие по физике. Индивидуальные задания для расчетной работы. Для бакалавров всех факультетов	М-во образования и науки РФ, СПбГТУРП. – СПб.: СПбГТУРП	2013	<a href="http://nizrp.narod.ru/metod/kaffysik/1.pdf">http://nizrp.narod.ru/metod/kaffysik/1.pdf</a>

## 6.2 Перечень профессиональных баз данных и информационно-справочных систем

Электронно-библиотечная система IPRbooks [Электронный ресурс]. URL: <http://www.iprbookshop.ru/>  
 Электронная библиотека ВШТЭ СПб ГУПТД [Электронный ресурс]. URL: <http://nizrp.narod.ru>  
 Электронное хранилище учебных материалов [Электронный ресурс]. URL: [http://edu.tltsu.ru/er/book\\_view.php?book\\_id=554&page\\_id=3590](http://edu.tltsu.ru/er/book_view.php?book_id=554&page_id=3590)  
 Академик [Электронный ресурс]. URL: <https://dic.academic.ru/>

## 6.3 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

MicrosoftWindows 8  
 MicrosoftOfficeProfessional 2013  
 PTC Mathcad 15

## 6.4 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Аудитория	Оснащение
Лекционная аудитория	Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, доска
Учебная аудитория	Специализированная мебель, доска

## Приложение

рабочей программы дисциплины «Электродинамика»  
по направлению подготовки: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника  
наименование ОП (профиля): Электропривод и автоматика

### 5.2.3 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

№ п/п	Условия типовых практико-ориентированных заданий (задач, кейсов)
1	Шарик массой 0,4г и зарядом 0,5 мкКл подвешен на нити в однородном электрическом поле, силовые линии которого горизонтальны. На какой угол от вертикали отклонится нить, если напряженность поля 8 кВ/м?
2	Плоский воздушный конденсатор с расстоянием между пластинами 2 см, заряжен до разности потенциалов 3000 В. Площадь пластин 100 см <sup>2</sup> . Какова будет напряженность поля конденсатора, если, не отключая источника напряжения, пластины раздвинуть до расстояния 5 см?
3	Лампочка и реостат, соединенные последовательно, присоединены к источнику тока. Напряжение на зажимах лампочки равно 40 В, сопротивление реостата равно 10 Ом. Внешняя цепь потребляет мощность 120 Вт. Найти силу тока в цепи.
4	Во сколько раз заряд частицы, движущейся со скоростью 100 км/с в магнитном поле с индукцией 0,3 Тл по окружности радиуса 0,04 м, больше заряда электрона? Энергия частицы 12 кэВ.
5	Катушка диаметром 4 см находится в переменном магнитном поле, силовые линии которого параллельны оси катушки. При изменении индукции поля на 1 Тл в течение 6,28 с в катушке возникла ЭДС 2В. Сколько витков имеет катушка?